Januar/Februar 1977

Populäre Elektronik

3

neu

DM 3,–
ös 25,– / sfr 3,50 / lfr 50,–



- 50 Watt-Verstärker in Modultechnik
- Die Kassette im Auto
- Die totale Uhr

Aktuell für den „Electronic"-Freund!

ALBAR-US-ALARM



9426 Platine mit allen Bauteilen u. Murata US-Wandler DM 24,40
FERTIGBAUSTEIN DM 33,80
9437 Netzteil für Albar mit allen Bauteilen u. Trafo DM 29,30
FERTIGBAUSTEIN DM 37,45
9438 Signalhorn für Albar mit allen Bauteilen DM 24,30
FERTIGBAUSTEIN DM 32,80
Gehäuse für Albar (1 × Zentrale 2 Gebergehäuse) DM 69,00
Gebergehäuse DM 19,75
ULTRA-SCHALL-WANDLER MURATA 1 St. **DM 7,45**, ab 10 St. **DM 6,80 DM**, ab 50 St. **DM 6,25**, ab 100 St. **DM 5,95**
Komplette Funktionsbereite Anlage mit 2 Gebern, Zentrale u. Verbindungskabeln DM 299,00
Jeder weitere Geber mit Anschlußkabel DM 89,00

TV-TENNIS



9029-1 Basis Platine mit VHF Oszillator mit allen Bauteilen u. Schieberegeln DM 79,50
FERTIGBAUSTEIN DM 99,80
9063 Erweiterungsplatine zum TV-Tennis mit allen Bauteilen DM 69,50
FERTIGBAUSTEIN DM 88,90
9218 Netzteil 5 V für beide Platinen komplett mit Trafo DM 27,50
FERTIGBAUSTEIN DM 35,80
Passendes Profil-Montagegehäuse DM 58,50
Punktezähler für TV-Tennis mit allen Bauteilen und Schaltern NUR DM 109,90
FERTIGBAUSTEIN DM 138,50

FREQUENZ-ZÄHLER



9... Frequenzmesser mit Drehschalter DM 21,90
9314 Zähleinheit mit Decoder DM 11,50
FERTIGBAUSTEIN DM 19,50
93.. ...zeigeneinheit (1. Wahl Anzeigen) DM 38,90
FERTIGBAUSTEIN DM 43,50
4046 Netzteil m... DM 29,50
FERTIGBAUSTEIN DM 38,60

Passendes Gehäuse DM 39,00
FRONTPLATTENBESTÜCKUNG (Buchsen-Schalter-Knöpfe usw.) DM 18,80
9413 Vorverstärker u. FET Tastkopf DM 32,70
9427 FERTIGBAUSTEIN DM 43,80
Frequenzzähler kompletter Bausatz DM 248,80
Frequenzzähler Fertiggerät mit Garantie DM 379,00
Nachrüstbausatz mit 1 MHz-Quarzzeitbasis (mit 13 Ausgängen von 1 Hz bis 1 MHz) DM 48,90
250 MHz-IC Vorteiler mit 95H90, 9582 Erweitert den Meßbereich auf 250 MHz max. 320 MHz. Empfindlichkeit 5 mV bei 1 MHz 50 mV bei 200 MHz
Kompletter Bausatz DM 75,90

NG-76 UNIVERSAL NETZGERÄT
9465 Platine mit Bauteilen und Trafo DM 53,50
FERTIGBAUSTEIN DM 65,80
2 Stück passende Meßgeräte DM 38,90
passendes Gehäuse DM 39,50
NG-76 Fertiggerät mit Garantie DM 189,00

NEUE BAUSÄTZE
Hi-Fi-Dynamik-Kompressor in Stereo-Ausführung mit allen Bauteilen NUR DM 39,80
FERTIGBAUSTEIN DM 54,20
Rauschgenerator mit Platine und allen Bauteilen NUR DM 25,50
FERTIGBAUSTEIN DM 32,90
Mischpult nach Elektor 71 mit allen Bauteilen, Schieberegler und Trafo DM 69,90
FERTIGBAUSTEIN DM 89,50

NEUE GEHÄUSE
Receiver DM 126,50



ELO-Netzteil DM 58,90
ELO-Tonkoppler DM 69,50



Mini-FM DM 41,95
5 Channel Stereo DM 41,95
Phasing DM 47,50
Telefon-Amplifier DM 27,50

IC-DRUMBOX

Elektronik-Schlagzeug mit 8 Instrumenten. Bausatz mit allen Bauteilen. Typ A mit M 252 15 Rhythmen. DM 137,50
FERTIGBAUSTEIN DM 179,80
Typ B mit M 253 12 Rhythmen DM 146,50
FERTIGBAUSTEIN DM 179,80
Gehäuse für Drumbox DM 55,40
Trafo 2 × 15 V/15 VA DM 13,70
M 252 DM 32,50
M 253 DM 34,00
Kippschalter für Drumbox für 4 mm Löcher moderne Ausführung. 1 Satz für Typ A (14 St.) DM 45,50
1 Satz für Typ B (21 St.) DM 68,50
Elektronische Sirene kompl. Bausatz DM 9,80
FERTIGBAUSTEIN DM 13,95
Big-Ben 95 Elektor 43 Bausatz DM 32,50
FERTIGBAUSTEIN DM 44,95
Programmierbare Glocke (7/8/75) DM 33,50
FERTIGBAUSTEIN DM 45,90
Elektronischer Würfel Nr. 60 DM 14,80
FERTIGBAUSTEIN DM 19,95

20 WATT IC-VERSTÄRKER
Bausatz mit allen Bauteilen DM 38,60
FERTIGBAUSTEIN DM 47,50
Trafo passend für 2 Verstärker DM 22,35
TCA 730 + 740 Vorverstärker Bausatz DM 47,90
FERTIGBAUSTEIN DM 58,50
Gehäuse für IC-Verstärker DM 38,00
Frontplattenbestückung mit Knöpfen, Schaltern usw. DM 23,80
Kompletter Bausatz für IC-Verstärker bestehend aus folgenden Teilen: 2 × 20 W IC-Verstärker, 1 × Trafo, 1 × 730 - 740 Vorverstärker, 1 × Gehäuse und Frontplattenbestückung NUR DM 199,00
Fertiggerät mit Garantie NUR DM 279,00
Preco-Stereo Vor- u. Einzelverstärker mit Fernbedienung. Bausatz mit 2 Platinen und allen Bauteilen DM 63,50
FERTIGBAUSTEIN DM 76,90
Gehäuse DM 19,95
EQUIN-Verstärker kompletter Bausatz DM 41,50
FERTIGBAUSTEIN DM 52,90
2 Bausätze Stereo DM 77,90
Gehäuse für Equin DM 58,90
Equin-Netzteil für 2 × 50 W Ausführung DM 68,50



Frontplattenbestückung mit Schalter, Kontrollampe, Kopfhörerbuchsen sowie Buchsen auf der Rückseite DM 10,20
Kompletter Bausatz Equin, bestehend aus 2 Equin Bausätzen, Netzteil, Gehäuse und Frontplattenbestückung NUR DM 199,00
Fertiggerät mit Garantie NUR DM 279,00
9506 7 Watt-IC-Verstärker DM 19,80
FERTIGBAUSTEIN DM 27,50
9525 LED Clip Indikator, mit allen Bauteilen für die Platine DM 22,50
FERTIGBAUSTEIN DM 29,80
Elektronische Stimmgabel (Elekt. 67/68) Bausatz m. 2 Platinen u. allen Bauteilen einschl. Quarze DM 119,00
FERTIGBAUSTEIN DM 148,00
Spezialquarz für Stimmgabel DM 31,50
LED Clip Indikator (67/68) Bausatz DM 19,80
FERTIGBAUSTEIN DM 26,75
Einfacher FM Tuner (Elekt. 67/68) DM 28,90
FERTIGBAUSTEIN DM 37,50

ELEKTORSKOP
Telefunken Stahlröhre 13 cm D 13 620 GH DM 225,50
Abschirmzylinder DM 48,20
Seuffer Stufenschalter (im Bausatz enthalten) DM 14,50
ab 10 Stück DM 12,80
ab 50 Stück DM 9,20
9099-1 X-Modul
Bausatz DM 97,50
Fertigbaustein DM 118,50
9099-2 Y-Modul
Bausatz DM97,50
Fertigbaustein DM 118,50
9099-3 Stromversorgung
Bausatz DM45,50
Fertigbaustein DM 57,80
9099-5 Endverstärker
Bausatz DM 28,95
Fertigbaustein DM 37,50
9099-6 Basisplatine
Bausatz DM 48,90
Fertigbaustein DM 64,90
9099-7 Hochspannungsteil
Bausatz DM 48,90
Fertigbaustein DM 64,90
Trafo
Bausatz DM 25,90
Gehäuse für 70 mm Ausführung DM 139,95
Gehäuse für 130 mm Ausführung DM 189,50
Elektorskop Bausatz komplett mit Röhre, Gehäuse usw. DM 775,00
Fertiggerät mit Garantie DM 1095,00

D.A.M. DIGITAL ANALOG MESSGERÄT
9392-1 Basisplatine mit allen Bauteilen DM 38,50
FERTIGBAUSTEIN DM 46,80
9392-2 Frontplatte DM 8,70
9392-3 Ansteuerplatine LED Platine mit allen Bauteilen DM 31,50
9392-4 FERTIGBAUSTEIN DM 39,80
9460 Drehzahlmesser (für DAM) DM 17,95
FERTIGBAUSTEIN DM 26,50
9449 Auto-Service-Meßgerät ohne Drehspulinstrument DM 29,90
FERTIGBAUSTEIN DM 38,70
passendes Meßgerät (Einbau) DM 21,50
Autouhr Elektor 1/75 kompletter Bausatz DM 109,00
FERTIGBAUSTEIN DM 129,50
Benzin-Verbrauchsmesser
Bausatz DM 38,50
Fertigbaustein DM 48,00
Universal-Timer Elektor 66
Bausatz DM 26,50
Fertigbaustein DM 35,80
9403 LED-Lichtorgel mit allen Bauteilen DM 39,50
FERTIGBAUSTEIN DM 48,90
9183 Kapazitätsmesser mit allen Bauteilen u. Schaltern DM 19,75
FERTIGBAUSTEIN DM 25,85
9016 Generator erzeugt Sinus, Rechteck u. Dreieckschwingungen DM 48,90
FERTIGBAUSTEIN DM 59,90
ILD-Logiktester DM 22,30
FERTIGBAUSTEIN DM 29,80
FET-Vorsetzer DM 11,50
FERTIGBAUSTEIN DM 16,90

AMTRON

ELEKTRONISCHE GERÄTE

UK 570/S
NF-Frequenzgenerator 10 Hz ... 1 MHz
Bausatz DM 162,85
Fertiggerät DM 209,90

UK 450/S
TV-Wobbelgenerator
Bausatz DM 157,00
Fertiggerät DM 204,90

UK 995
Farbfernseh-Punkt- u. Balkengenerator
Bausatz DM 153,10
Fertiggerät DM 198,50

UK 262
Rhythmus-Box mit 10-W-Verstärker
Bausatz DM 248,00
Fertiggerät DM 319,00

UK 875
Thyristorzündung
Bausatz DM 99,50
Fertiggerät DM 129,50

UK 527
VHF-Empfänger 110 ... 150 MHz
Bausatz DM 128,95
Fertiggerät DM 167,50

Selbstverständlich liefern wir auch alle anderen Bausätze!

Electronic-Versand

Postfach 1145 6482 Bad Orb

NEU! Ladenverkauf!

Electronic KG Heinrichstraße 62 (Osthessen-Center)
6400 Fulda Tel. 06 61 / 7 55 45

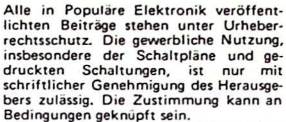
Populäre Elektronik ③

2. Jahrgang Nr. 1, Jan./Febr. 1977 – Populäre Elektronik erscheint zweimonatlich

Redaktion:
J. Palmen
J. Kattekamp
W. Leiner
J. Pas
J. Verstraten

Redaktionsanschrift:
Postfach 1366, 5063 Overath

Verlag und Anzeigenverwaltung:
Postfach 1366, 5063 Overath,
Tel.: (02206) 4242



Printed in Germany by
Imprimé en Allemange par
J. Müller GmbH
5060 Bergisch Gladbach 2
Tel.: (02202) 8770

Vertrieb: IPV Inland Presse Vertrieb GmbH
Wendenstraße 27-29
2000 Hamburg 1
Tel.: (040) 24861
Telex: 2162 401

Geschäftszeiten:
Montag-Freitag 9.00-12.00 und 12.30-17.00 Uhr.

Bezugspreise:
Einzelheft DM 3,–
Kalenderjahresabonnement 1977: BRD DM 15,–, Ausland DM 19,–
Abonnement ab Heft 4:
BRD DM 12,50, Ausland DM 16,–
Kündigung des Jahresabonnements zum Jahresende ist jederzeit möglich.

Konten:
Deutsche Bank AG, Bensberg Nr. 655-3317
Kreissparkasse Overath-Heiligenhaus, Nr. 390/001227
Postscheckkonto Köln 29 57 90 - 507

Abonnementverwaltungen und Belieferung des Elektronik-Fachhandels im Ausland:

Österreich:
Messner Ges.mbH,
Liebhartsgasse 1,
1160 Wien,
Tel.: 0222/925488, 951265

Schweiz:
SMS,
Köllikerstraße 121,
5014 Gretzenbach,
Tel.: 064/414155

DERPE verlag

Inhalt

Im nächsten Heft

LED-VU-Meter

Code-Schloß

50 Watt-Modul im Test

Außerdem geplant:

- Wie funktioniert das? Thyristoren und Triacs

Zum Preis dieser Ausgabe

Die Preise von P.E. sind knapp kalkuliert. Dies gilt auch für den bisherigen Einzelverkaufspreis von DM 2,85. Dieser Betrag ist aber im Zeitschriftenwesen ein „krummer" Wert, der sich im Verkauf als erhebliche Behinderung auswirkt, weil 5 Pf-Preise überhaupt und Beträge zwischen DM 2,50 und DM 3,– im allgemeinen unüblich sind. In dieser Situation ist eine Preiserhöhung auf DM 3,– praktisch unumgänglich, denn ein Preis von 2,50 ist nicht tragfähig, und mit Verbreitungsbehinderungen durch einen krummen Betrag ist in letzter Konsequenz auch Ihnen, dem Leser nicht gedient. Dagegen bietet der um 5% erhöhte Preis, der ja keine kalkulatorische, keine wirtschaftliche Notwendigkeit ist, die Möglichkeit, den Inhalt des Heftes besser, optimaler zu gestalten. Wir fühlen uns dazu verpflichtet.

O.K.-ELECTRONIC

Dipl.-Kfm. Oswald Krause
45 Osnabrück
Postf. 2765
Tel. 0541/23749

PRECO (Elektor 64)
Stereo-Vor- und Einstellverstärker mit Fernbedienungsmöglichkeit für Lautstärke, Balance Höhen, Tiefen und Basisbreite! Drei Eingänge: Band, Tuner, MD-Platte (oder auch Mikro/Kristall). Eingang: 0,5-1500 mV, Ausgang: max. 1 Veff, Klirrfaktor 0,1%. Signal/Rauschabstand: besser 80 dB. Zweiteiliger Bausatz mit Eingangsverstärkerplatine und Einstellplatine (Fernbedienteil) kompl. mit Potisatz nur .... **DM 64,80**

EQUIN-Verstärker 9401 (Elektor 60)
Hi-Fi-Endstufe für 20-50 W Ausgangsleistung (je nach Betriebsspannung). Klirrfaktor: kleiner 0,1%, max. Betriebsspannung: 60 V. Kompletter Bausatz (50 W) mit Doppelkühlkörper und 1. Wahl 2 N 3055:
1 Stück (mono) .... **DM 46,80**
2 Stück (stereo) .... **DM 86,60**

EQUIN-Netzteil
Trafo 45 V, 3,4 A, Leistungsgleichrichter und Siebelkos. Dimensioniert für EQUIN-Verstärker in Stereoausführung (50 W) nur .... **DM 69,90**



EQUIN-Gehäuse
Mattschwarz eloxiert, Front- und Rückplatte gestanzt, bedruckt, seitliche Teakholzverkleidung. Für Verstärker und Netzteil in Stereoausführung .... **DM 59,95**

PRECO-Gehäuse
Mattschwarz eloxiert, bedruckt und gestanzt, seitliche Teakholzverkleidung, in Größe und Design auf Equin-Gehäuse abgestimmt .... **DM 55,00**

Montage-Sätze
Buchsen, Schalter, Knöpfe usw.
Für **PRECO**-Gehäuse .... **DM 14,00**
Für **EQUIN**-Gehäuse .... **DM 12,00**

LPS 1 (Elektor 3/75)
Hochwertiges Labornetzgerät, 1-30 V 0-2 A. Stufenlos einstellbare Strombegrenzung in 3 Bereichen: 0-50 mA, 0-500 mA, 0-2 A. Leuchtdiodenanzeige bei Einsatz der Strombegrenzung. Stabilisierungsfaktor 1:5000. Bausatz mit Kühlkörper und Trafo **DM 76,90**

MD-Vorverstärker (Elektor 12/74)
Korrektur-Stereo-Vorverstärker für Magnetodynamische Tonabnehmer. Mit integriertem Schaltkreis uA 739.
Kompletter Bausatz .... **DM 23,50**

Infrarot Monosender (Elo 8)
Der Infrarotsender ermöglicht die Übertragung des Fernsehtons (oder anderer Tonquellen) **drahtlos** und **lautlos** für andere über Kopfhörer.
Kompletter Bausatz mit vorgefertigter Infrarot-Sendeeinheit (mit 6 Infrarot-Dioden) nur .... **DM 59,60**



Sennheiser HDI 406
Leichter, kompakt aufgebauter Kinnbügel-Kopfhörer mit eingebautem Infrarot-Empfänger. Mit Lautstärke-Einstellung und wiederaufladbarem Akku.
Fertiggerät nur .... **DM 169,00**

4-Kanal-Lichtorgel (Elo 3/4)



Die Lichtorgel kann an jede Signalquelle angeschlossen werden und ist unabhängig von einem Verstärker. Niedervoltteil und 220-V-Teil sind durch Opto-Koppler getrennt. Schaltleistung pro Kanal. 1000 Watt. Die Schaltung ist auf 2 Platinen untergebracht. Platine 1: Netzteil mit Trafo und vierstufigem NF-Vorverstärker, Platine 2: 4 Frequenzfilter und Lampensteuerung. Kompletter Bausatz mit beiden Platinen, Trafo, Schiebereglern und allen Einzelteilen nur .... **DM 155,00**

Audioskop (Elektor 55/56)
Mit der Schaltung lassen sich beliebige NF-Signale auf dem Bildschirm eines Fernsehgerätes sichtbar machen. Anschluß über Antennenbuchse, kein Eingriff ins FS-Gerät erforderlich.
Kompletter Bausatz nur .... **DM 16,60**

Elektronischer Würfel (Elektor 60)
kompl. Bausatz mit 7 LED's nur **DM 14,80**

Hi-Fi-Dynamikkompressor (Elektor 69)
Universeller Stereo-DNK in Hi-Fi-Qualität für Tonbandgeräte, Diskotheken, Wechselsprechanlagen usw. Als Aussteuerungsautomatik, Zwischenrufautomatik usw. einsetzbar.
Kompletter Bausatz nur .... **DM 65,50**

Dynamikkompressor DNK (Elektor 9/74)
Anwendungsbeispiele: Aufnahmeautomatik für Tonband- oder Kassettengeräte, Konstanthalten des Lautstärkepegels bei Gegensprechanlagen, Anheben der leisen Passagen beim Autoradio, Reichweitenerhöhung bei Amateursendern durch Erhöhung des Modulationsgrades usw.
Kompletter Bausatz nur .... **DM 28,60**

DNL 73 (Elektor 6/73)
Dynamischer Rauschbegrenzer, der das störende Bandrauschen bei Tonbändern und Kassetten unterdrückt. Speisespannung: 12-20 V/15 mA.
Kompletter Bausatz (mono) nur **DM 16,80**

Elektorglocke (Elektor 7/73)
Originelle Türglocke, die acht verschiedene Töne zufallsbedingt in stets wechselnder Reihenfolge erklingen läßt. Kompletter Bausatz mit stabilisiertem Netzteil und Verstärker-Endstufe (BD 137), ohne Lautsprecher. Ein O.K.-Preisknuller **DM 29,95**

TCA 730/740 (Elektor 58)
Sehr nachbausicherer Hi-Fi-IC-Stereoverstärker modernster Technik mit einstellbarer, gehörrichtiger Frequenzkorrektur. Techn. Daten: Frequenzgang 20 Hz-70 kHz, Klirrfaktor 0,1%, Rauschabstand 56 dB, Verstärkung 20 dB.
Gleichspannungsgesteuerte Einstellung von Lautstärke, Balance, Höhen und Tiefen, daher keine Gleichlaufprobleme bei den Potis und keine abgeschirmten Potizuleitungen erforderlich.
Kompletter Bausatz in Stereoausführung mit Valvo-ICs, Fassungen, Tantalelkos und Potis nur .... **DM 54,60**

Superwiderstandssortiment
Erstklassige Ware aus laufender Fertigung. 5% Toleranz, 1/8 Watt (1/3 Watt bis 70°C). Mit langen axialen Drahtenden, ausgezeichnet lötbar. Normreihe E 12: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 100 Ohm usw. Insgesamt 61 Werte von 10 Ohm bis 1 Mega-Ohm.
10 x 61 = 610 Stück .... **DM 28,50**
20 x 61 = 1220 Stück .... **DM 54,50**
Entspricht ca. 4,5 Pfennig pro Widerstand! Sortiert und griffbereit verpackt im Fächer-Karton.

Kapazitätsmesser 9183 (Elektor 7/8-75)
mißt Kapazitäten von 0 bis 15 µF, Sechs umschaltbare Meßbereiche, kleinster Bereich: 0-15 pF. Bausatz .... **DM 19,80**

IC-Drumbox M 253 (Elektor)
Automatisches Elektronik-Schlagzeug mit 8 Instrumenten (Baß Drum, Snare Drum/Claves, High Bongo, Maracas, Short Cymbals, Long Cymbals, altern. Baß) und 12 Rhythmen (Walzer, Tango, Marsch, Schwing, Slow Rock, Rock Pop, Shuffle, Beguine, Cha Cha Cha, Samba, Bossanova, Rumba). Alle Instrumente und Rhythmen sind einzeln ein- und ausschaltbar und beliebig mischbar. Lautstärke, Ton und Tempo einstellbar. Down-Beat-Indikator.
Kompletter Bausatz mit Trafo, Netzteil, Gehäuse (mattschwarz elox., bedruckt und gestanzt) und Montagesatz (u.a. mit 27 hochwertigen Kippschaltern) ...... **DM 295,00**

Versandspesen
Nachnahme .... DM 4,80
Vorüberweisung/Scheck .... DM 2,50
Postscheckkonto Hannover Nr. 1295 22 303

O .K.-SONDERANGEBOT
Hewlett Packard 7730 = DL707 DM 3,75
(8 mm hohe 7-Segment-Led-Anzeige)

NF-Generator Typ BEM 014



Ein NF-Sinus-Rechteckgenerator, der in seinen Eigenschaften viele hochprofessionelle Geräte weit übertrifft.

- 10 Hz-1 MHz
- Sehr hohe Amplitudenstabilität von 0,1 dB (10 Hz-1 MHz)
- Sehr kleiner Klirrfaktor von weniger als 0,1% (100 Hz-10 MHz) bis 0,2% (0-100 Hz)
- Niedrige Ausgangsimpedanz von 60 Ω
- Keine Netzbrummüberlagerung (nicht meßbar)
- Ausgangssignal stufenlos einstellbar
- 3 Vorwahlbereiche (mit Feineinstellung für die Ausgangsspannung: Sinus 0 bis 20 mV, 0-200 mV, 0-2 V (effektiv) Rechteck 20 mV, 200 mV, 2 V (effektiv)
- Für den Abgleich wird lediglich ein Vielfachmeßinstrument benötigt
- Anstiegszeit 30 ns

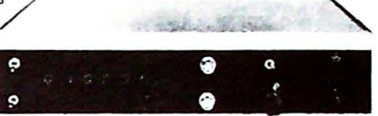
Kompletter Bausatz nur ...... **DM 398,00**

Analog/Digital-Wandler (Elektor 6/73)
Spannung-Frequenzumsetzer hoher Genauigkeit und Temperaturstabilität, z.B. zum Aufbau eines Digitalmultimeters.
Eingangsmeßspannung:
0-3 V (mit Vorwiderstand beliebig erweiterbar)
Umsetzungsfaktor: 1 Volt = 10 000 Hz.
Linearitätsfehler: ca. 0,5%
Kompletter Bausatz nur .... **DM 24,80**

Big-Ben 95 (Elektor 43)
Turglocke, die 12 beliebige Töne erzeugt
Kompletter Bausatz (mit Verstärkerendstufe nur .... **DM 32,80**

Programmierbare Glocke (Elektor 7/8-75)
naturgetreue Big-Ben-Melodie, acht digital abgeleitete Töne, nur ein Abgleich nötig.
Bausatz .... **DM 34,00**

Frequency-Meter Elektor 9033



Kompletter Bausatz mit Gehäuse (elox., bedruckt und gestanzt) und Frontplatten bestückung nur .... **DM 257,40**

Technische Daten:
Frequenzbereich. 0-20 MHz (max. 32 MHz), Eingangsimpedanz: 1 M/10 p. Empfindlichkeit: 5 mV, Anzeige sechsstellig (Höhe Ziffern 8,3 mm), drei Torzeiten, Periodenmessung, Level- und Torzeitanzeige (LED's), Netzzeitbasis, Quarzzeitbasis nachrüstbar.

Nachrüstbausatz 1 MHz-Quarzzeitbasis (mit 13 Ausgängen von 1 Hz bis 1 MHz)
DM 49,80

250 MHz-IC-Vorteiler (mit 95H90, 9582)
Erweitert den Meßbereich auf 250 MHz (max. 320 MHz). Empfindlichkeit: 5 mV bei 1 MHz, 50 mV bei 200 MHz.
Kompletter Bausatz .... **DM 76,90**

Auto-Elektronik-Bausätze



Digitaler Drehzahlmesser DAM2 (Elektor 62/66)
Drehzahlmesser für Kraftfahrzeuge, mit kreisförmiger Leuchtdiodenanzeige. 25 LEDs rot und 5 LEDs grün (für günstigsten Drehzahlbereich).
Kompl. Bausatz mit Frontplatte nur
DM 77,20

Schwarzgenarbtes DAM-2-Gehäuse, verstellbar, für Auf- oder Unterbordmontage, entspiegelte Frontscheibe nur ..... **DM 18,60**

Megaphon (Elektor 69). Ein mobiler Verstärker, der bei 12 V Akkuspannung eine Leistung von ca. 40 W liefert. Der Verstärker verfügt über einen Mikrofoneingang und Tonbandeingang, die Eingänge sind mischbar.
Kompletter Bausatz mit Kühlkörper, Trafo usw. nur .... **DM 71,00**

Auto-Service-Meßgerät (Elektor 66). Zum genauen Einstellen bzw. Überprüfen von Schließwinkel und Leerlaufdrehzahl. Ein Meßbereich für Schließwinkel (0-100%), zwei Meßbereiche für Drehzahl, ein Meßbereich für Spannungsmessungen.
Kompletter Bausatz nur .... **DM 34,90**

Passendes Drehspul-Einbauinstrument 1 mA 86 x 64 mm nur .... **DM 21,90**

Stroboskop (Elektor 66). Die Schaltung dient zur genauen Zündeinstellung von Automotoren, außerdem kann eine 8-W-Neonlampe (nicht im Bausatz enthalten) aus der 12-V-Autobatterie gespeist werden.
Kompletter Bausatz mit Blitzröhre und Überträger nur .... **DM 39,00**



NEU! Autouhr DAQ 4, 24-h-Quarz-Digitaluhr mit 4stelliger LED-Anzeige (8 mm). Sehr hohe Ganggenauigkeit durch Präzisionsquarz. Sekundentaktanzeige. Resettaste für Zeitmessungen. Spannung: 10 bis 15 V. Stromaufnahme nur 30 mA.
Kompletter Bausatz nur ...... **DM 111,00**

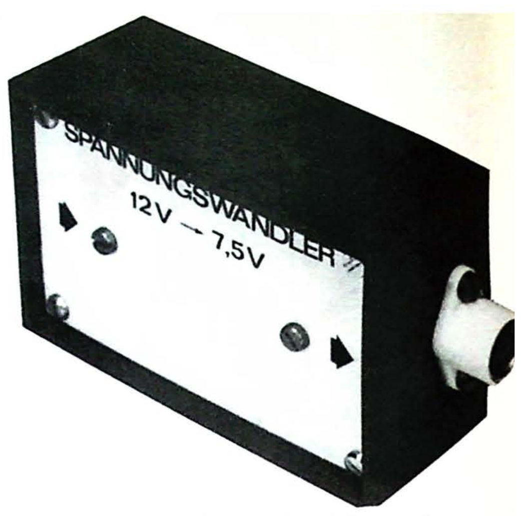


DVM 111
Äußerst preisgünstiges, **3 1/2stell. Digitalvoltmeter** höchster Präzision.
2 Grundmeßbereiche:
0,000-200,0 mV und 0,000-2,000 V
Genauigkeit: 0,05% ± 1 Digit.
Eingangswiderstand
größer 1000 Mega-Ohm (!).
Meßrate: bis zu 12mal/sec.
Automat. Nullabgleich, automat. Polaritätsanzeige, Overrange/Underrange-Output.

Der äußerst nachbausichere Bausatz besteht aus der Basisplatine mit Printtrafo, stab. Netzteil, Analog- und Digitalteil (PMOS-ICs), der Frontplatine mit 4 LED-Anzeigen (FND 500, Ziffernhöhe 12,5 mm) und der Rückwandplatine mit 220-V-Netzanschluß, Meßeingang und freier Bestückungsfläche für beliebige Bauteile (Vorteiler usw.). Ausführliche Bauanleitung mit Schaltbeispielen für Widerstands-, Verhältnis, Frequenz- und AC/DC-Strom- und Spannungmessungen.
Kompletter Bausatz nur .... DM 188,00

Pass. Kunststoff-Frontrahmen (schwarz) mit roter Filterscheibe für Frontplatteneinbau (38 x 107 mm) .... **nur DM 15,90**

Alle Bausätze mit gedruckter Bauanleitung, Schaltbild, Bestückungsplan und Stückliste. Nur einwandfreie Bauelemente. Auch für TUP's, TUN's usw. nur Originalhalbleiter. Mit allen erforderlichen Bauelementen sowie Kleinteilen wie Schrauben, Muttern, Distanzrollen, Glimmerscheiben, Isoliernippeln, Lötstützpunkten usw.



Die Kassette im Auto

Autobesitzer äußern häufig den Wunsch, irgendein batteriebetriebenes Gerät - meist einen Kassettenrekorder - von der Autobatterie aus speisen zu können. Die betreffenden Geräte haben Spannungen von meist 7,5 Volt, manchmal 6 Volt oder 9 Volt. Die Spannung des Auto-Bordnetzes ist mit 12 Volt entschieden zu hoch, zumal eine neue oder eine voll geladene Batterie es bis auf über 14 Volt bringen kann, wenn während der Fahrt kein anderer Verbraucher, wie Lampen, Heckscheibenheizung usw. eingeschaltet ist.
Selbst einem Laien dürfte klar sein, daß man den Rekorder nicht ungestraft direkt mit dem Akku (so müßte man korrekt sagen) verbinden darf. Wer's nicht glaubt, sollte es trotzdem nicht probieren.
Welche elektronischen Lösungen gibt es für dieses Anpassungsproblem?

METHODE 1

Bild 1 zeigt das einfachste, aber zugleich unzulänglichste Verfahren. In der Speiseleitung des Rekorders liegt ein Widerstand.

Wenn ein Strom durch diesen Widerstand fließt (der Verbraucherstrom des Rekorders), dann entsteht an diesem Widerstand ein Spannungsabfall. Bei einem bestimmten Strom hängt dieser Spannungsabfall vom Widerstandswert ab, er ist proportional zum Widerstand.

Zur Ermittlung des benötigten Widerstandswertes Rv muß die Stromaufnahme des Rekorders bekannt sein. Zur Messung des Stromes schaltet man ein Amperemeter in die Speiseleitung, es liegt dabei in der Schaltung wie der Vorwiderstand in Bild 1.
Bei der Messung stellt man sehr schnell fest, daß die Stromaufnahme des Rekorders nicht konstant ist. Bei schnellem Vor- oder Rücklauf ist der Strom größer als bei Wiedergabe. Bei Wiedergabe steigt der Strom mit zunehmender Lautstärke.

Mit dem Vorwiderstand kann man demnach die Speisespannung nicht um einen festen Betrag herabsetzen, außerdem wirken sich Änderungen der Akkuspannung fast unmittelbar aus. Will man trotzdem diese Methode anwenden, so empfiehlt es sich, nach folgender Checkliste vorzugehen:
1. Lautstärkeeinsteller in Mittelstellung;
2. Ein Amperemeter in die Speiseleitung schalten (Bereich 1 Ampere);
3. Wiedergabetaste drücken (natürlich muß eine bespielte Kassette eingelegt sein);
4. Amperemeter ablesen, Wert notieren;
5. Bestimmen der Speisespannung (Anzahl der Batterien mit 1,5 Volt multiplizieren);
6. Errechnen der Differenz: Akkuspannung minus Speisespannung;
7. Spannungsdifferenz teilen durch den gemessen Strom (in Ampere einsetzen).
Das Ergebnis ist der gesuchte Widerstandswert Rv in Ohm.
8. Multiplizieren der unter 4. und 6. gefundenen Werte; das Ergebnis ist die Leistung, die der Vorwiderstand Rv verkraften muß. Zur Sicherheit sollte man einen Widerstand mit doppelter Leistung wählen; er wird, wie in Bild 1 angegeben, in die Speiseleitung geschaltet.

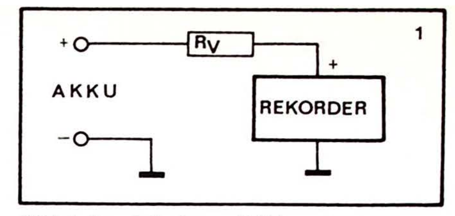


Bild 1. Im einfachsten Fall besteht der „Spannungswandler" aus einem Vorwiderstand. Berechnung von Widerstandswert und Leistung: siehe Text.

METHODE 2

Bild 2 zeigt eine bereits wesentlich verbesserte Methode.
Statt des Widerstandes liegt eine Zenerdiode (4,7 Volt) in der Speiseleitung. Während beim Widerstand die Spannung an seinen Enden proportional vom Strom abhängt, ist die Zenerspannung fast unabhängig vom durchfließenden Strom. Dies bedeutet, daß die Akkuspannung um einen konstanten Betrag verringert wird, bevor sie am Rekorder erscheint.
Die Speisespannung ist damit fast unabhängig vom Stromverbrauch und von der Betriebsart des Rekorders, jedoch leider nicht von der Höhe der Akkuspannung; abhängig vom Zustand des Akkus liegt die Speisespannung im Bereich zwischen 9,5 und 7,3 Volt. Innerhalb dieser Grenzen spielt ein Kassettenrekorder mit einer Nennspannung von 9 Volt ordentlich.
Für Rekorder mit einer geringeren Speisespannung ist dieses Verfahren weniger geeignet.
Bei der Zenerdiode ist zu beachten: daß sie 10 Watt vertragen muß (also eine Leistungs-Z. ist), daß sie unbedingt in der richtigen Richtung in der Schaltung liegen muß, damit der Rekorder nicht beschädigt wird und daß für aus reichende Wärmeabfuhr

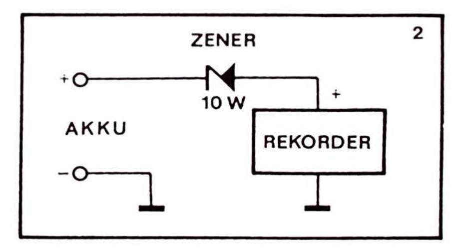


Bild 2. Eine Leistungs-Zenerdiode vertilgt die überflüssige Spannung. Für 9 Volt-Geräte muß die Zenerspannung 4,7 Volt betragen; 7,5 Volt: Zenerspannung 5,6 Volt; 6 Volt: Zenerspannung 6,2 Volt.

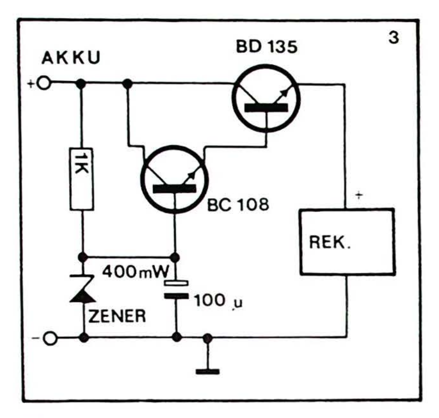


Bild 3. Auch in dieser einfachen Stabilisierungsschaltung bestimmt eine Zenerdiode den Wert der Ausgangsspannung, die den Rekorder speist. Hier muß aber die Zenerspannung um so höher sein, desto höher die erforderliche Speisespannung ist: 9 Volt Speisespannung mit Uz = 10 Volt; 7,5 Volt mit Uz = 8,2 Volt und 6 Volt mit Uz = 6,8 Volt.

gesorgt ist. Man kann sie z.B. auf eine Aluplatte 50 x 50 x 2 mm montieren.

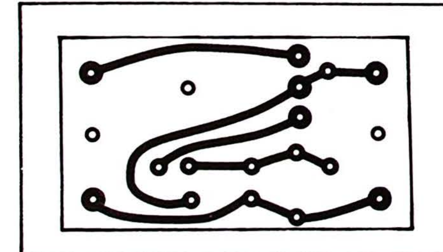
DIE DRITTE METHODE

In Bild 3 ist die beste und zugleich aufwendigste Methode angegeben. Diese Stabilisierungsschaltung sorgt bei Schwankungen der Akkuspannung und der Stromaufnahme für eine gleichbleibende Speisespannung. Auch Störspitzen im Bordnetz des Autos, die z.B. von der Zündung herrühren, werden weitgehend aufgefangen.

Ein Bißchen zur Funktion: Parallel zur Zenerdiode liegt folgende Reihenschaltung: Basis-Emitter-Diode BC 108, Basis-Emitter-Diode BD 135, Rekorder. Man kann diesen Weg im Schaltbild in der genannten Reihenfolge nachvollziehen. Die Spannungen an allen drei Halbleitern sind aber materialbedingte „Festspannungen", die sich bei veränderten Betriebsbedingungen nur sehr wenig ändern. Deshalb steht am Rekorder immer die Zenerspannung, vermindert um 2 x ca. 0,7 Volt der BE-Schwellenspannungen. Oder andersherum: Die Spannung der benötigten Zenerdiode ist: Nenn-Spannung des Rekorders plus 1,4 Volt.

Daß die Stabilisierung auch tatsächlich funktioniert, kann man sich folgendermaßen erklären:

Fall 1. Anstieg der Akkuspannung. Über den 1 k-Widerstand fließt bei ansteigender Akkuspannung ein größerer Strom durch die Zenerdiode. Die Spannung an der Zenerdiode steigt dabei um einen (sehr) kleinen Betrag. Die beiden Basis-Emitter-Dioden erhalten „im ersten Moment" etwas mehr



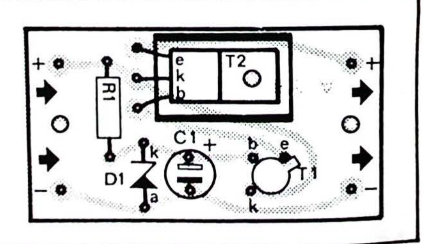
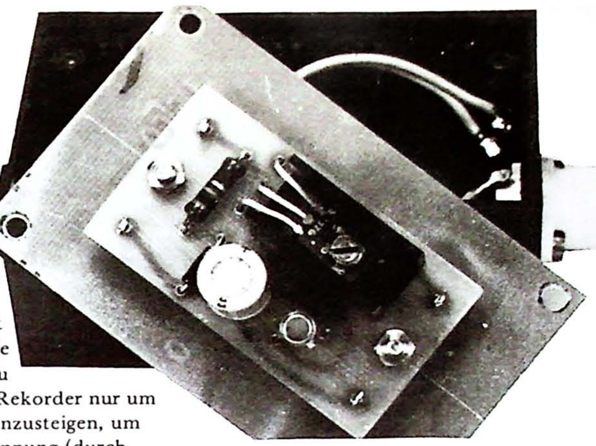


Bild 4. Print und Bestückungsplan. Der Leistungstransistor benötigt ein Kühlblech.



Spannung und die Transistoren steuern einen größeren Strom durch den Verbraucher widerstand (Rekorder). Dieser größere Strom erzeugt am Verbraucher eine höhere Spannung, eine Gegenspannung: Sie drückt sozusagen „von hinten" die BE-Dioden wieder zu. Dazu braucht die Spannung am Rekorder nur um den (sehr) kleinen Betrag anzusteigen, um den sich auch die Zenerspannung (durch Anstieg der Akkuspannung und damit des Zenerstroms) erhöht hatte. Schon ist wieder alles im Gleichgewicht!

Fall 2: Stromaufnahme des Rekorders steigt in der Betriebsart schneller Vor- oder Rücklauf. Der Strom kann aber nicht beliebig ansteigen: Sobald die Spannung am Rekorder „den alten Wert" erreicht bzw. darüberhinaus ansteigen will, erhalten die BE-Dioden weniger Spannung, die Transistoren drosseln den Strom zum Rekorder. In diesem Gleichgewichtszustand hat die Spannung am Rekorder wieder den alten Wert, sprich Nennspannung.

NACHBEMERKUNG

Alle drei Schaltungsarten haben den Nachteil, daß sie nicht kurzschlußfest sind. Beim Anschließen des Kassettenrekorders ist also Vorsicht geboten. Die bekannten Klinkensteckerverbindungen der Miniatur-Kopfhörer sind zwar verlockend, aber weder jugendfrei noch nur für Erwachsene, weil bei der Herstellung der Verbindung vorübergehend ein Kurzschluß auftritt, der die Schaltung bereits hochgehen lassen kann.

Wie kommt man ans Bordnetz? Z.B. am Zündschloß. Es gibt auch Spezialstecker, die in die Buchse des Zigarettenzünders passen.

STÜCKLISTE:

WIDERSTAND
1 x 1 k-Ohm

KONDENSATOR
1 x 100 μF/16 Volt, stehend

HALBLEITER
1 x BC 107 o. BC 108
1 x BD 135
1 x Zener 400 mW, 8,2 Volt für 7,5 Volt Ausgangssp.
6,8 Volt für 6 Volt Ausgangssp.

SONSTIGES:
Kühlkörper für BD 135
Anschlüsse nach Bedarf, z.B. Stecker für Zigarettenanzünder

POSTFACH 1366

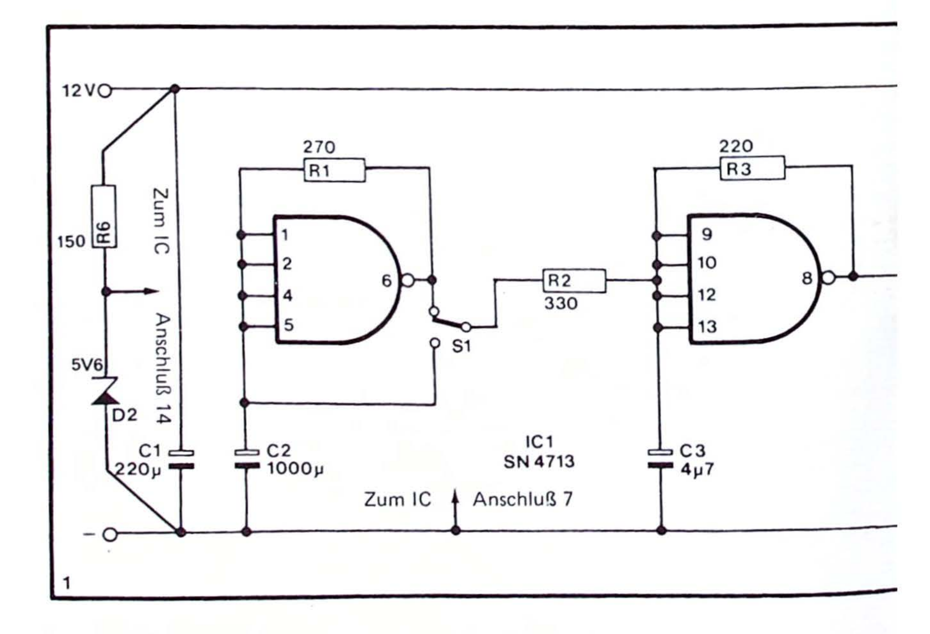
LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE

Wenn Sie folgendes tun:

* der Redaktion eine Frage zu einem P.E. Artikel stellen (nur 1 Frage je Brief bitte),
+ einen frankierten und adressierten Briefumschlag für die Antwort beifügen,
+ lesbar schreiben,

dann

* erhalten Sie eine persönliche Antwort.
+ Wenn Ihre Frage überdies von allgemeinem Interesse ist, erfolgt eine ausführliche Besprechung in dieser Rubrik.



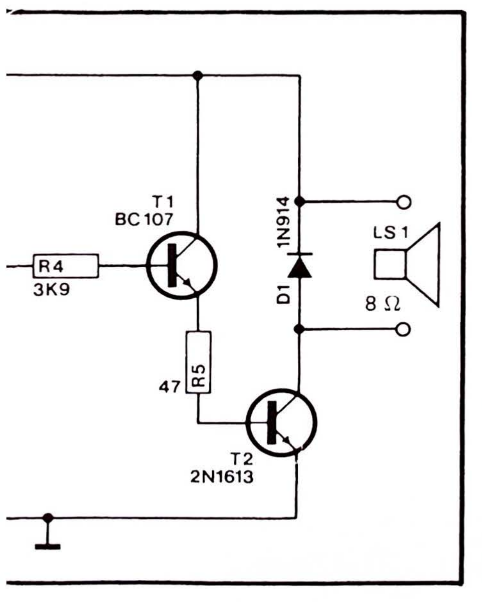
POSTFACH 1366

LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE

FBI-SIRENE FÜR 12 VOLT

Eine höhere Ausgangsleistung der in Heft 1 beschriebenen FBI-Sirene, insbesondere aber die Speisung der Schaltung aus einer ganz bestimmten Art von 12 Volt-Spannungsquellen, das sind die häufigsten Schaltungswünsche, die von Leserseite bisher geäußert wurden.

Die 12 Volt-Version der Sirene erfordert einige Eingriffe in die ursprüngliche Schaltung, so beträgt z.B. die maximale Speisespannung des ICs 7413 7,5 Volt, wie bei den TTL-ICs allgemein; es kann also nicht unmittelbar gespeist werden.



Das Bild zeigt die neue Schaltung. Verfolgt man im Originalschaltbild die Speiseleitung, so stellt man fest, daß nur vier Bauelemente an der Speisespannung liegen: Der Elko, der Anschluß 14 des ICs, Transistor T1 und der Lautsprecher in der Kollektorleitung von T2 (die Diode braucht in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt zu werden). Die Transistoren können bei einer Betriebsspannung von 12 Volt ohne weiteres verwendet werden, wenn allerdings wieder ein 8 Ohm-Lautsprecher den Abschluß der Schaltung bildet, dann ist der in T2 fließende Strom wesentlich größer als in der Originalversion. Der Transistor wird zu warm und braucht einen Kühlstern.

Diese Maßnahme reicht zwar nicht für Dauerbetrieb der Sirene, dieser Fall kommt aber in der Praxis nicht vor, vielleicht mit einer Ausnahme: als Rundensignal in der Kneipe (eine der vielen gebauten Sirene wird dazu verwendet).

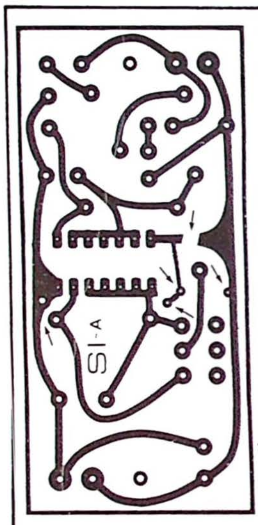
Elko C1 ist mit seiner ursprünglichen Arbeitsspannung von 12 Volt nicht mehr auf der sicheren Seite und kann möglicherweise durchschlagen; hierfür muß eine 16 Volt-Ausführung verwendet werden.

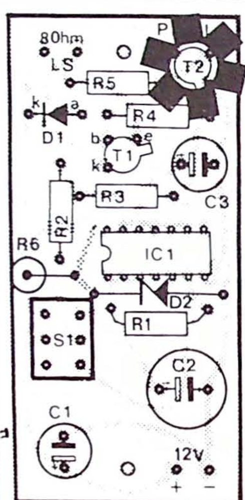
Die Speisung des ICs erfordert eine Erweiterung der Schaltung. Eine Reihenschaltung aus Widerstand (R6) und Zenerdiode (D2) erzeugt aus der vollen Speisespannung die für das IC benötigte Spannung; von der Zenerdiode führt eine Verbindung zu Punkt 14 des ICs.

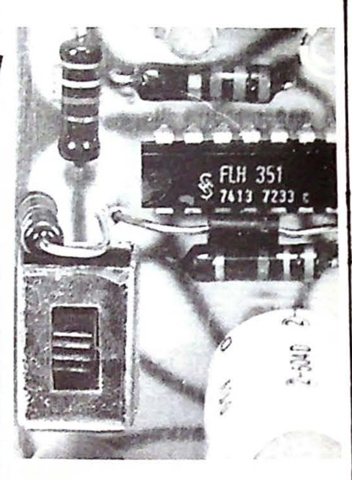
Auf dem Print ist eine Kupferbahn zu unterbrechen, und es sind vier weitere Bohrungen anzubringen(s. Pfeile).

POSTFACH 1366

LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE







Die Unterbrechung trennt Pin 14 von der allgemeinen Speiseleitung. Der Bestückungsplan zeigt, daß die Zenerdiode zwischen IC und R1 Platz findet. Den Widerstand R6 montiert man am besten stehend, damit das Gedränge nicht allzu groß wird. Den von oben kommenden Anschlußdraht des Widerstandes läßt man auf der Kupferseite so lang, daß er die Verbindung zu dem Rest der Kupferbahn an Pin 14 des ICs herstellen kann.

ANSCHLUSSPROBLEME

Leser C. aus L. hat einen Einbauverstärker angeschafft und will diesen nun normgerecht mit den anderen Baugruppen seiner Anlage verbinden. Auf dem Print sind drei Lötösen, die den NF- (Signal-) Eingang bilden. Wie verbindet man die drei Anschlüsse mit einer 5poligen DIN-Normbuchse?

Bild 1 zeigt die Verdrahtung, sie besteht selbstverständlich aus abgeschirmtem Diodenkabel (zweiadrig, am besten mit getrennter Abschirmung). Richtig ist folgende Verdrahtung: Die beiden Abschirmungen werden auf der Printseite gemeinsam auf Masse geführt. Die beiden „Seelen" des Kabels, also die signalführenden Leiter, lötet man an die beiden Eingänge für den linken und rechten Kanal. An der DIN-Buchse darf nur eine Ab-

POSTFACH 1366

LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE

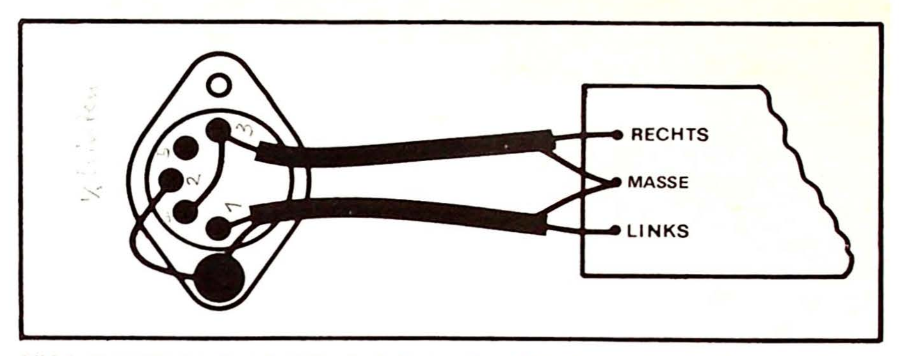


Bild 1. Europäischer Standard für die Belegung einer DIN-Normbuchse für Tuner und Tonabnehmer.

schirmung mit dem mittleren Anschluß verbunden werden. Den Anschluß der beiden Signalleitungen zeigt das Bild. Der mittlere Anschluß (Masse) wird zusätzlich mit dem Chassis verbunden (z.B. über eine schraubbare Lötöse, die mit der Buchse am (Metall-) Chassis verschraubt wird.

Diese Verbindung ist die einzige Chassisverbindung der Masseleitung der gesamten Anlage! Weder der Verstärker, noch die Masse des Netzteils darf mit dem Chassis verbunden werden. Jede weitere Chassisverbindung bildet eine sogenannte Masseschleife, die zu den unangenehmsten akustischen Phänome-

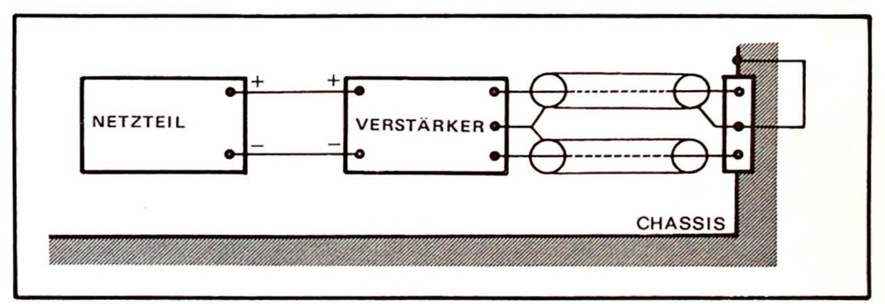


Bild 2. Richtige Verdrahtung. Die Elektronik „hängt in der Luft" und ist nur an einer Stelle mit dem Metallchassis verbunden.

POSTFACH 1366

LESERFRAGEN
LESERIDEEN
LESERVORSCHLÄGE

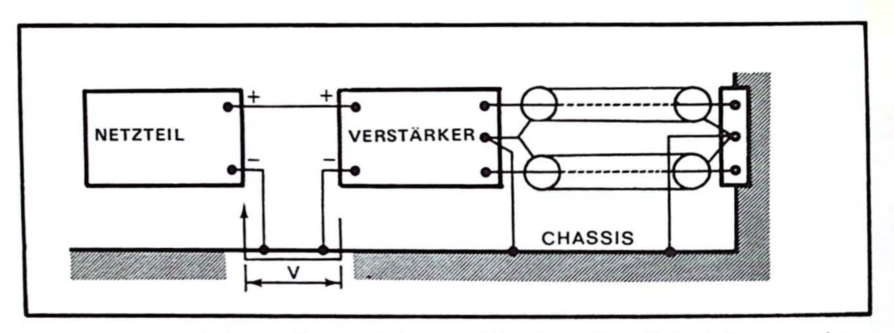


Bild 3. Falsche Verdrahtung, die zwar drahtsparend ist, aber mit an Sicherheit grenzender Wahrscheilichkeit zu Schwierigkeiten führt.

nen führen kann: Prasseln, Brummen, Pfeifen usw.
Bild 2 zeigt die richtige Verdrahtung. Die allen Baugruppen gemeinsame Masse wird nur an einer Stelle mit dem Chassis verbunden, und zwar möglichst nahe am empfindlichsten Eingang.
Im Rahmen des hier angesprochenen Problems ist es vielleicht zweckmäßig, die Ursache für das Verbot von Masseschleifen zu erläutern.
Man ist zunächst geneigt, die Masse aller Baugruppen an der nächstbesten Stelle mit dem Chassis zu verbinden, wie es Bild 3 zeigt. Auf diese Weise könnte man eine Menge Verdrahtung sparen.
Das Chassis hat bei dieser Anordnung aber die Funktion eines stromführenden Leiters. Seine Metallmasse ist nicht unendlich, sondern hat einen Widerstand, den man nicht vernachlässigen darf. Es entstehen Spannungen zwischen den Stellen, an denen die Elektronik mit dem Chassis verbunden ist. Im ungünstigen Fall addiert sich eine solche Spannung zur Eingangsspannung und bewirkt eine Rückkopplung, die den Verstärker zu einem Oszillator werden läßt. Wenn es soweit kommt, stimmen alle Daten nicht mehr. Häufig findet in einem solchen schwingenden Verstärker auch Hochfrequenzdemodulation statt, und man hört einen starken Sender (Radio Moskau soll sehr beliebt sein).
Es empfiehlt sich deshalb, bei der Verdrahtung einer Anlage konsequent nach Bild 2 vorzugehen.

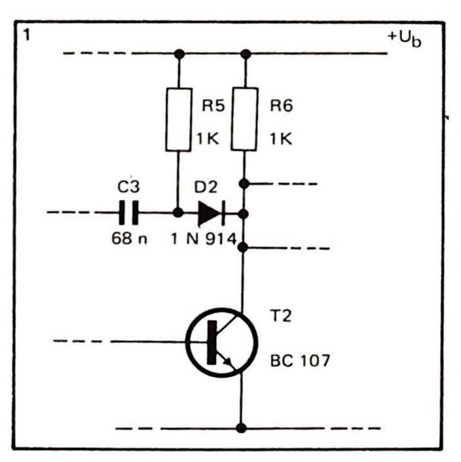
DIODEN IM MULTIVIBRATOR DES TRANSITEST

In der Schaltungsbeschreibung des Transitest (Heft 1) heißt es: „Die Dioden bewirken, daß die Schaltvorgänge des Multivi-

POSTFACH 1366

LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE

brators........seht schnell verlaufen". Leser G. Kreucher aus H. möchte diese Aussage erklärt wissen.
Bild 1 zeigt einen Ausschnitt der Schaltung. Zunächst sei angenommen, daß der Transistor T2 gerade leitet. In seiner Kollektorleitung liegen die beiden Widerstände R5 und R6 parallel, der Kollektorstrom verteilt sich auf diese beiden Widerstände, die Diode leitet, die Kollektorspannung ist fast Null (Massepotential).
Sobald der Transistor der anderen „Hälfte"



in den Leitzustand kommt, gelangt auf die Basis von T2 ein negativer Impuls, T2 sperrt. Im ersten Moment ist der rechte Belag von C3 noch auf Massepotential. C3 lädt sich nun auf, aber nur über R5, denn in Reihe zu R6 liegt die Diode, und zwar in Sperrichtung. Während der Kollektor von T2 (rechte Seite der Diode) sofort auf das Potential der Speisespannung springt, erfolgt der Anstieg der Spannung an der linken Seite der Diode langsam (Ladekennlinie des Kondensators). Läge der Kondensator unmittelbar am Kollektor, so würde die Kollektorspannung nicht sprunghaft, sondern langsam ansteigen. Das Ergebnis wäre eine „verwaschene" Rechteckspannung wie in Bild 2 oben.

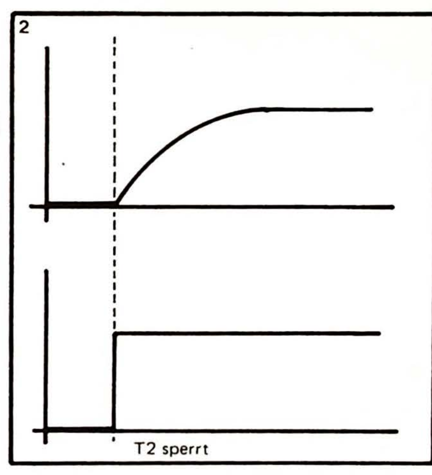


Bild 2. Spannung am rechten Belag von C3 (oben); Kollektorspannung: sauberes Rechteck.

ELEKTRONIK PER BILDSCHIRM

In den dritten Programmen der ARD werden die beiden Sendereihen

EINFÜHRUNG IN DIE ELEKTRONIK –
EINFÜHRUNG IN DIE DIGITALTECHNIK

wiederholt. Dank ihrer hervorragenden audio-visuellen Gestaltung sind diese Sendereihen sehr empfehlenswert und können als Standard-Einführungsprogramme gelten. Die Sendezeiten:

EINFÜHRUNG IN DIE ELEKTRONIK

Nordkette	ab 9.1.1977 jeden Sonntag, 18.30 Uhr
Südkette	ab 4.1.1977 jeden Dienstag, 19.15 Uhr
WDR	ab 9.1.1977 jeden Sonntag, 17.00 Uhr

1. Grundlagen der Elektronik
2. Widerstand und Kondensator im Wechselspiel
3. Der Oszillograph
4. Die Physik der Halbleiterdiode
5. Die Physik des Transistors
6. Der Transistor als Verstärker
7. Der Transistor als Schalter
8. Logik aus Diode und Transistor
9. Der Thyristor
10. Vom Sand zum Transistor
11. Technologie der integrierten Schaltungen

EINFÜHRUNG IN DIE DIGITALTECHNIK

Nordkette	ab 4.1.1977 jeden Dienstag, 19.30 Uhr
Wiederholung	ab 8.1.1977 jeden Samstag, 16.30 Uhr

1. Digitaltechnik - Prinzip der kleinen Schritte
2. Wahr oder unwahr - Antworten auf logische Fragen
3. Logische Probleme und ihre Lösungen mit UND, ODER, NICHT
4. Technische Ausführungen von Logikgliedern
5. NAND- und NOR-Gatter- universelle Bausteine
6. Flip-Flop - Signale werden gespeichert
7. Signale werden zeitlich beeinflußt
8. Schieberegister
9. Die Zählweise des Dualzählers: 1 + 1 = 10
10. Binäre Zähler in der Anwendung
11. Eine Information wird übertragen
12. Numerisch gesteuerte Maschinen
13. Computerrechnen - Schnelligkeit ist keine Hexerei

Die Sendezeiten der Südkette sind noch nicht bekannt. Geplante Ausstrahlung: Ende 1977 / Anfang 1978

Nordkette: NDR, Radio Bremen, Sender Freies Berlin
Südkette: SDR, SWF, Saarländischer Rundfunk

ZEIT – ZUR EINFÜHRUNG

Die Zeit - das ist nicht nur eine Wochenzeitung, sondern, in der Hauptsache, eine physikalische Größe, die im Alltags - „Geschehen" eine sehr wichtige Funktion hat. Als relative Größe bedeutet „Zeit" eine Zeitspanne oder Zeitdauer (Zigarettenlänge, Gedenkminute), in dieser Zeit „geschieht" das, was Anfang und Ende der betrachteten Spanne bestimmt. Die Absolutgröße „Zeit" ist die Tageszeit, die ohne Angabe des Datums genaugenommen unvollständig ist.

Die Maßeinheit der Zeitspanne ist der Tag, und zwar der mittlere Sterntag. Zur Messung von Zeitspannen dienen z.B. Stoppuhren. Die Digitaluhren, damit sind hier die modernen, elektronischen gemeint, dienen wie die mechanischen Uhren zur Anzeige der Absolutzeit. Das ist die Summe der seit dem Jahre Null (als willkürlich gewählter Bezugspunkt) vergangenen Tage, ausgedrückt in Jahren, Monaten, Tagen, Stunden usw. Zur Zeit Christi gab es die Digitaluhren aber noch nicht, und sie haben auch kein eingebautes Neues Testament. Daß sie dennoch die Absolutzeit anzeigen, in Luxusausstattung mit Tag, Monat und Jahr, wird durch geeignetes Setzen erreicht: Man läßt sie schnell auf eine bestimmte Zeitanzeige vorlaufen und startet die Uhr, beim Erreichen dieser Zeit, wie eine Stoppuhr, die nicht mehr gestoppt wird. Die Zeiteinheiten, die auch eine Stoppuhr messen würde, werden einfach zur Setzzeit hinzuaddiert - so zeigt die Digitaluhr immer die Absolutzeit.

Die Zeit hat eine merkwürdige Eigenschaft: Jeder Zeitpunkt ist einmalig, unwiederbringlich. Während irgendein Gegenstand, etwa ein Transistor, z.B. immer dieselbe Masse hat, ist ein Zeitpunkt nicht greifbar, er ist entweder vergangen oder zukünftig. Von Zeit zu reden oder Zeiten gar zu messen ist deshalb nur sinnvoll bzw. möglich im Zusammenhang mit Geschehnissen, die sich in der Zeit abspielen. In der Uhr - Zeitmesser - tut sich etwas, sie tickt. Andere Meßgeräte dagegen, etwa eine Waage, ein Maßband oder ein Thermometer, geben keinen Ton von sich.
Uhren brauchen eine Zeitbasis, welche die Zeit in immer gleiche Teile „zerlegt", deren Anzahl dann in geeigneter Weise angezeigt wird. In der mechanischen Uhr ist das Hin- und Her der Unruh die Zeitbasis. Digitaluhren enthalten eine Schaltung. Periodische Vorgänge in elektronischen Schaltungen äußern sich als Wechselspannungen oder -ströme. Als Zeitbasis für Digitaluhren dienen deshalb geeignete Wechselspannungsquellen.
Die modernen Digitaluhren sind zwar durch den hohen Integrationsgrad der neusten ICs (Integrierte Schaltkreise) im Aufbau und somit auch im Nachbau einfach, aber das Innenleben dieser ICs ist doch recht kompliziert. Mit kompliziert ist hier nicht gemeint, daß die elektronischen Funktionen „schwierig zu verstehen" sind, sondern daß es viele Funktionen sind.
Diese Funktionen mit „diskreten" Bauelementen, also mit einzelnen Transistoren, Widerständen, Kondensatoren usw. verwirklichen zu wollen, würde viel Geld und Zeit kosten. Das Gerät würde auch von den Abmessungen her gesehen recht umfangreich, und die Wahrscheinlichkeit von Funktionsausfällen einzelner Baugruppen wäre sehr groß.
Deshalb enthält die in dieser Ausgabe beschriebene Digitaluhr selbstverständlich ein modernes IC. Der Nachteil einer solchen Konstruktion ist klar: Wie die Uhr funktioniert, geht aus der Schaltung nicht hervor. Der weitaus größte Teil der Elektronik ist im IC verborgen, dem man von außen rein gar nichts ansehen kann.
Der vorliegende Beitrag erläutert deshalb Zweck und Funktionsweise der in jedem Uhren-IC enthaltenen Elektronik. Dabei

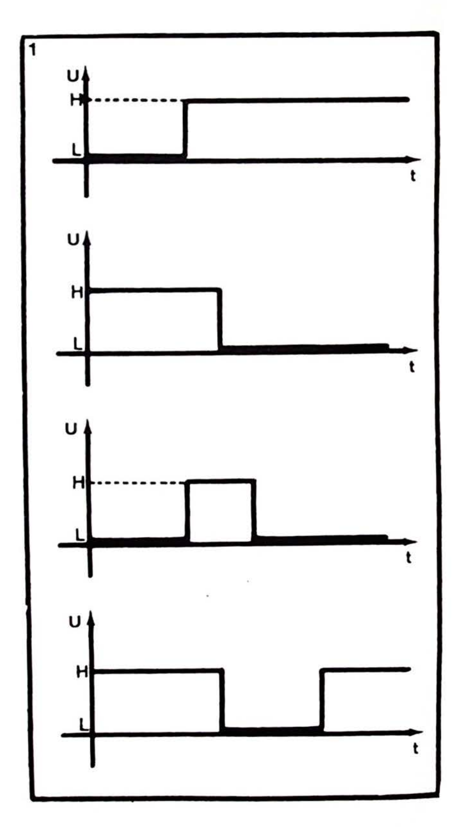


Bild 1. Spannungsänderungen in Digitalschaltungen; von oben nach unten: positiver Spannungssprung, negativer Sprung, positiver Impuls, negativer Impuls.

werden die Grundlagen der Digitaltechnik nur in dem Maße besprochen, wie es zum Verständnis der Schaltungen erforderlich ist.

L UND H

In Digitalschaltungen haben alle Schaltungspunkte zu jedem betrachteten Zeitpunkt einen von nur zwei möglichen Spannungswerten. Die Spannung ist entweder hoch (H) oder niedrig (L, von low). Zwischenwerte kommen nicht vor, dies ist ein Kennzeichen von Digitalschaltungen.
Bei „L" beträgt die Spannung an dem betreffenden Punkt nahezu Null Volt. Wie hoch aber ist sie bei „H"?
Bis vor einiger Zeit war das keine Frage, weil die digitalen ICs praktisch alle mit einer Betriebsspannung von 5 Volt arbeiteten. „H" war also 5 Volt, mit einem Toleranzbereich nach unten. Inzwischen haben neue Technologien sich durchgesetzt, die ICs werden mit unterschiedlichen Spannungen gespeist, und dem Zustand „H" an einem Schaltungspunkt entspricht nicht mehr ein standardisierter Spannungspegel.
Glücklicherweise spielt diese Tatsache keine Rolle für das Verständnis digitaler Schaltungen. Zwei ICs mit derselben Funktion, aber in unterschiedlicher Technologie, reagieren völlig identisch auf H- oder L-Signale; selbstverständlich muß der tatsächliche Wert der H-Spannung (in Volt) der Technologie des betreffenden ICs angemessen sein.
Digitalschaltungen reagieren auf Änderungen der Spannungszustände an ihren Eingängen (oder am Eingang, wenn nur einer vorhanden ist). Diese Änderungen, von H nach L oder umgekehrt, werden als Spannungssprung bezeichnet. Zwei Sprünge in kurzem zeitlichen Abstand und an demselben Schaltungspunkt faßt man zu dem Begriff „Impuls" zusammen.
Bild 1 erläutert diese Begriffe. In der obersten Zeile ist ein positiver Spannungssprung dargestellt; die Spannung springt von L nach H. Die zweite Zeile zeigt einen negativen Sprung von H nach L.
Geht die Spannung für eine kurze Zeit vom Ruhezustand in den anderen Zustand, so spricht man von Impuls. Zeile drei zeigt einen positiven Impuls, Zeile vier einen negativen.
Am Ausgang oder an den Ausgängen einer Digitalschaltung treten, in Abhängigkeit von den Eingangszuständen, wieder H-, L- Signale oder Impulse auf. In welcher Weise die Ausgangs- von den Eingangszuständen abhängen, ist durch die Funktion der betreffenden Schaltung vorgegeben. Hier werden nur die Schaltungen beschrieben, deren Funktionen im Zusammenhang mit Digitaluhren wichtig sind.

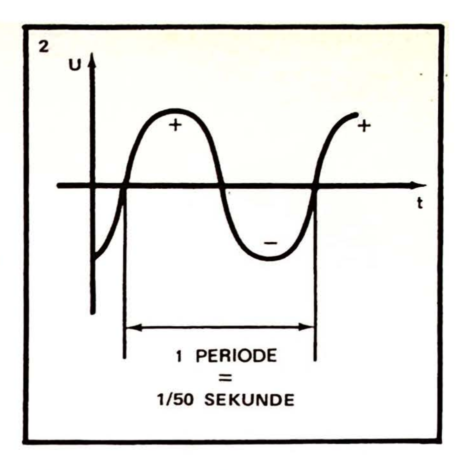


Bild 2. Zeitlicher Verlauf der Netzwechselspannung. In der Praxis treten störende Einflüsse auf, so daß nur im Idealfall die Kurvenform ein „richtiger" Sinus ist.

TEILER UND ZÄHLER

Wie weiter vorne bereits zum Ausdruck kam, dienen geeignete Wechselspannungsquellen als Zeitbasis für elektronische Digitaluhren.

Die Frequenzen der von ihnen gelieferten Spannungen sind aber zu hoch, sie müssen geteilt werden.
Der Zusammenhang zwischen der Frequenz einer Wechselspannung und der Zeitdauer einer einzelnen Periode kommt in folgender Formel zum Ausdruck:

$$\frac{1}{f} = T$$

So hat z.B. die Netzwechselspannung (Bild 2) die Periodenzeit

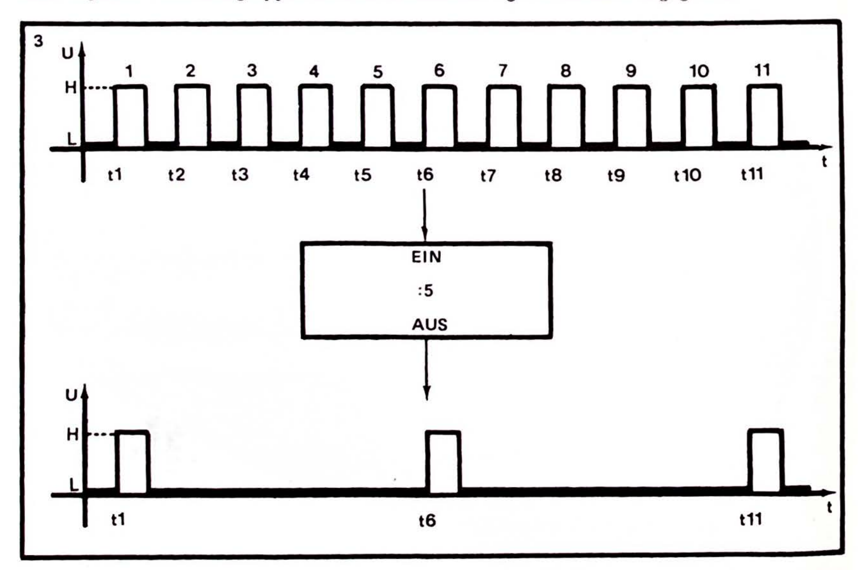
$$\frac{1}{50\ \text{Hz}} = T = 0{,}02\ \text{s}$$

Diese Zeit ist als Zeitbasis für eine Uhr zu kurz. Will man aus der Netzwechselspannung, die sich wegen ihrer guten Langzeit-Frequenzstabilität gut eignet, eine Zeitbasis ableiten, so führt, wie folgende Formel zeigt, Frequenzteilung zur Multiplikation der Periodenzeit:

$$\frac{1}{f:n} = n \cdot T$$

Am Eingang eines Frequenzteilers liegt die (zu hohe) Frequenz der Wechselspannungsquelle (Bild 3). Am Ausgang erscheint jedesmal, wenn am Eingang eine bestimmte Anzahl Impulse eingetroffen ist, ein Impuls. Das Teilerverhältnis ist eine konstante Zahl.
Bild 3 zeigt als Beispiel einen Teiler 1:5.
Aus dem Vergleich der oberen und der unteren Grafik in Bild 3 geht hervor, daß der

Bild 3. Symbolische Darstellung eines Teilers 1:5 (Bildmitte). Die vollständige Elektronik solch digitaler Funktionsgruppen wird in Schaltbildern generell nicht angegeben.



Ausgang jeweils nach 5 Impulsen einen positiven Impuls abgibt. Bei einer Eingangsfrequenz von 100 Hz (100 Impulse je Sekunde) wäre in diesem Beispiel die Ausgangsfrequenz 20 Hz.
In Blockschaltbildern wird der Teiler als Kästchen mit je einem Ein- und einem Ausgang dargestellt. Im Kästchen ist das Teilerverhältnis eingetragen. In Digitaluhren sind folgende Teilerverhältnisse anzutreffen: 1:5, 6, 10, 12, und 24.
Nun ist es keineswegs so, daß man in ein Geschäft gehen und einen Teiler z.B. 1:24 kaufen kann. Solche Schaltungen müssen aus Standardteilern zusammengesetzt werden. Der wichtigste Standardteiler ist einer mit dem Teilerverhältnis 1:10. Durch geeignete Rückführungen vom Ausgang auf den Eingang kann mit einem solchen Teiler jedes beliebige Teilerverhältnis zwischen 1:2 und 1:9 realisiert werden.
Die Elektronik einer solchen Teilerschaltung ist schon recht umfangreich. Einige -zig Transistoren, Dioden, Widerstände usw. sind bereits für einen Teiler erforderlich, und eine Uhr enthält zahlreiche Teiler-Schaltungen. Erst durch die modernen Integrationsverfahren, mit denen die ganze Bande auf wenigen mm^2 eines Siliziumscheibchens zusammengefaßt wird, ist es möglich, solche komplexen elektronischen Geräte wie Digitaluhren dem Consumer-Markt zugänglich zu machen.
Eine zweite, wichtige Schaltungsart in Digitaluhren ist der Zähler. Während Teiler dazu dienen, aus der hohen Eingangsfrequenz z.B. einen Sekundentakt zu erzeugen, addieren Zähler die Sekunden zu Minuten, die Minuten zu Stunden usw. und schrecken notfalls auch nicht vor der richtigen Verarbeitung von Schaltjahren zurück.
Ein Zähler hat einen Eingang und mehrere Ausgänge, deren Spannungszustände die Information darstellen, wieviel Zählimpulse der Eingang erhalten hat. Außerdem hat die Schaltung einen Ausgang, der einen Impuls

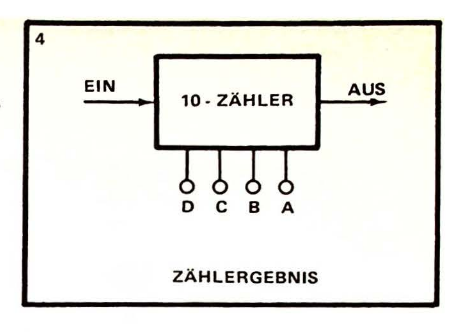


Bild 4. Ein Zähler als digitale Funktionseinheit. Die Spannungszustände an den Ausgängen D bis A enthalten die Information, wieviel Impulse auf den Zähler gelangt sind.

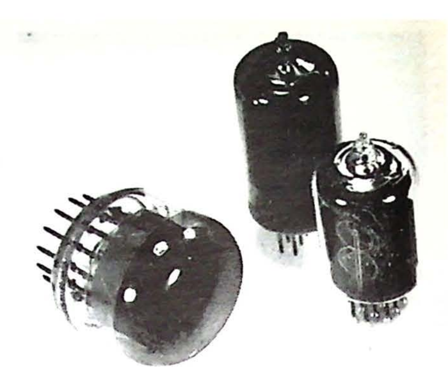
abgibt, wenn der Zähler sich selbst vollgezählt hat und der nächste Zählzyklus beginnt. Bild 4 zeigt die blockschematische Darstellung eines Zählers, eines 10-Zählers. Er gibt nach je 10 Eingangsimpulsen einen Impuls am Ausgang ab, der zum Steuern eines weiteren Zählers benutzt werden kann. Praktisch unterscheidet sich der Zähler vom Teiler nur durch die zusätzlichen Ausgänge. Tatsächlich werden dieselben ICs für beide Schaltungsarten verwendet, mit dem Unterschied natürlich, daß die zusätzlichen Ausgänge in Zählschaltungen tatsächlich benutzt werden, während sie in Teilerschaltungen frei bleiben. Was hat es mit den zusätzlichen Ausgängen auf sich? An nur einem Ausgang kann die Spannung nur L oder H sein, denn der Zähler ist ja eine Digitalschaltung. Wenn man den Zustand L dem Fall zuordnet, daß noch kein Impuls auf den Zählereingang gelangt ist, und H dem Fall, daß 1 Impuls eingetroffen ist, dann ist damit die „Zählkapazität" eines einzelnen Ausgangs erschöpft. Höhere Zählkapazitäten erfordern mehr als einen Ausgang, deren L- und H- Zustände von der Anzahl der Zählimpulse in bestimmter Weise abhängen. Jeder Kombination der Ausgangs-

zustände entspricht dann eine bestimmte Zahl (gezählter Eingangsimpulse). Eine der möglichen Zuordnungen ist der BCD-Code (binary coded decimal) der bis zur Dezimalzahl 9 direkt aus dem dualen Zahlensystem folgt, das hier nicht näher besprochen werden kann. Dieser Code ist in Bild 5 tabellarisch angegeben. Wenn man den BCD-Code konsequent über die Dezimalzahl 9 hinaus fortsetzt, erhält man übrigens den reinen Binär-Code des dualen Zahlensystems.
In der ersten Spalte der Tabelle ist die Anzahl der Eingangsimpulse eingetragen, die Spalten D, C, B und A zeigen die Spannungszustände an den vier Ausgängen. Solange noch kein Impuls gezählt wurde, sind alle Ausgänge L. Nach dem ersten Impuls ist Ausgang A „H". Die drei übrigen Ausgänge sind unverändert L. Nach dem zweiten Impuls ist Ausgang B „H", Ausgang A wieder, wie auch C und D, „L".
Die Tabelle macht folgendes deutlich: Wie auch im üblichen Dezimalsystem, so braucht man zu größeren Zahlen hin mehr Ziffernstellen, um die Zahl darzustellen; der erste H-Zustand verschiebt sich immer weiter nach links. In diesem System hat jedoch jede Ziffernstelle nur zwei Werte, nämlich L oder H, während es im Dezimalsystem zehn sind: 0 bis 9. Dieser Aufbau wird jedoch nur bis zur Zahl 9 beibehalten, bis dahin sind alle Kombinationen von L und H verschieden. Ab 10 wiederholen sich die Kombinationen zyklisch.
Am Ausgang eines Zähler braucht man nur durch Messen die Zustände festzustellen und in der Tabelle die zu dieser Kombination gehörende Dezimalzahl aufzusuchen, um die Anzahl der gezählten Eingangsimpulse zu ermitteln. Lautet die gemessene Kombination

Bild 5. Der BCD-Code (Binary Coded Decimal). Für die eindeutige Zuordnung zwischen den 10 Ziffern des Dezimalsystems (0 bis 9) und 10 verschiedenen Kombinationen aus L's und H's sind 4-stellige Kombinationen (Zahlen) erforderlich.

5

	D	C	B	A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	L	L	L	L
11	L	L	L	H
usw.				



Einige Ausführungen von Glimmkathoden-Ziffernanzeigen. Die Ziffern kann man, je nach Ausführung, durch Kopf oder Wand des Zylinders bewundern.

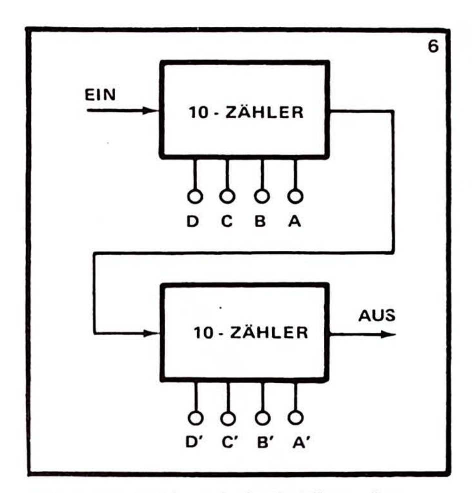


Bild 6. Ein Zähler mit der Zählkapazität 100 entsteht durch einfaches Hintereinanderschalten zweier 10-Zähler. Durch geeignete Rückkopplung vom Ausgang auf den Eingang können Zwischenwerte (z.B. 60-Zähler, 24-Zähler) ohne zusätzlichen Aufwand eingestellt werden.

z.B. L-H-H-L, dann hat die Schaltung 6 Impulse gezählt. Würde man, um ein konkretes Beispiel zu nennen, der Schaltung Bild 4 jede Stunde einen Impuls zuführen, so könnte man an den Ausgängen messen, wie spät es ist.

Eine derartige Uhr wäre natürlich recht primitiv. Erstens ist sie ungenau, weil sie nur Stunden angibt, zweitens hat ein Tag 24 Stunden, nicht 10, drittens ist es umständlich, die Uhrzeit durch Messen in Erfahrung zu bringen. Die Zeitmeßkapazität läßt sich leicht erweitern, dazu schaltet man einen zweiten Zähler hinter den ersten. Nach den zehn ersten Impulsen gibt der erste Zähler einen Impuls auf den zweiten, nach weiteren zehn Impulsen einen zweiten usw; auf diese Weise entsteht ein 100-Zähler (Bild 6). An den Ausgängen des ersten Zählers steht die Information für die Einer-Stunden, an den Ausgängen des zweiten die Information der Zehner-Stunden.

Ein Tag hat aber nicht 100, sondern 24 Stunden. Kein Problem - denn durch geeignete Rückführung von den Ausgängen auf den oder die Eingänge kann ohne zusätzlichen Aufwand erreicht werden, daß die 25. Stunde wieder bei Null anfängt. Alle acht Ausgänge werden dann nämlich auf L zurückgesetzt.

Inzwischen haben uns die Betrachtungen zu digitalen Prinzipien bereits mitten ins Uhrwerk geführt. Das geschah bewußt, denn mit einem praktischen Beispiel läßt sich viel leichter erklären, wozu ein Zähler - ein sehr wichtiger Digitalbaustein - überhaupt dient.

Es wurde bereits erwähnt, daß eine Uhr nach Bild 6 noch in einem weiteren Punkt recht primitiv ist. Sie hat nämlich keine direkte Zeitanzeige. Auch wenn die Zustände L und H an den Ausgängen mittels Lämpchen oder LEDs direkt angezeigt würden - damit könnte man nicht viel anfangen. Das liegt daran, daß man bereits als Kleinkind an das Dezimalsystem gewöhnt wird, nämlich beim Zählen.

Es gelingt deshalb kaum, mit einer Kombination von L's und H's eine konkrete Zahlenvorstellung zu verbinden. Darum ist es unumgänglich, das Zählergebnis in Ziffern 0 bis 9 anzuzeigen.

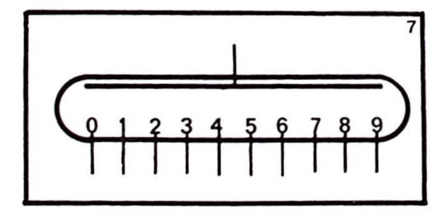
Zu diesem Zweck enthalten Uhren, aber auch andere Digitalmeßgeräte, sogenannte Dekoder. Das sind Schaltungen, die aus den binären Informationen an den Zählerausgängen Signale erzeugen, mit denen Ziffern-Anzeigeelemente gesteuert werden können. Bei den Anzeigeelementen sind zwei Gruppen zu unterscheiden. Zu der ersten Gruppe zählen die allmählich aus der Mode kommenden Glimmröhren-Anzeigen. Bei diesen erscheint die angezeigte Ziffer in üblicher Schreibweise. Sie arbeiten ähnlich wie die bekannten Glimmlämpchen zur Netzspan-

nungsanzeige. In diesen Lämpchen befinden sich zwei kurze Stäbe, einander gegenüberstehend, im gasgefüllten Raum. Legt man eine ausreichend hohe Spannung an die Stäbe, so entsteht eine Gasentladung. Bei diesem Effekt leuchten bestimmte Zonen des Gasraumes.

In den Ziffernanzeigeröhren ist einer der Stäbe ersetzt durch ziffernförmig gebogene Drähte, von denen jeweils nur einer Spannung erhält. Diese Anzeigeelemente werden nach dem Namen des Herstellers, der sie zuerst auf den Markt brachte, „Nixie-Röhren" genannt. Die Nixies haben 11 Anschlüsse: 10 für die verschiedenen Ziffernkathoden und einen Anschluß als Anode. Bild 7 zeigt das Schaltsymbol.

Der bereits erwähnte Dekoder hat die Aufgabe, in Abhängigkeit von den L- und H-Zuständen an den vier Ausgängen eines Zählers, immer die richtige Kathode der Nixieröhre mit Spannung zu versorgen. Bild 8 zeigt diese Dekoderschaltung. An den vier Eingängen des BCD - Dezimal - Dekoders (so heißt das Ding offiziell) steht beispielsweise der Code L-H-H-H. Laut Tabelle (Bild 5) ist damit die Zahl 7 gemeint. Der Dekoder in Bild 8 reagiert auf diesen Code an seinen Eingängen, indem er seinen Ausgang 7 auf Massepotential legt. Es fließt nun ein Strom vom Pluspol der Speisespannung, über den Widerstand R, den Gasraum und die zur 7 gebogene Kathode zum Ausgang 7 des De-

Bild 7. Schaltsymbol einer Glimmkathodenröhre, auch Nixieröhre genannt.



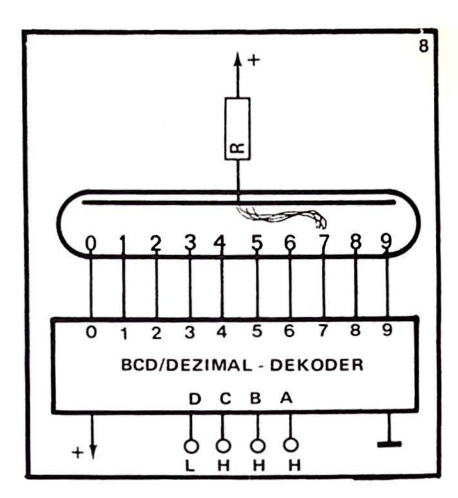


Bild 8. Die Nixie-Anzeige wird von einem speziellen Dekoder gesteuert, der den BCD-Code an seinem Eingang so umsetzt, daß die betreffende Kathode auf Masse gelegt wird.

koders, der ja auf Masse liegt. In der Umgebung des Kathodendrahtes beginnt das Gas zu leuchten, so daß die Ziffer 7 sichtbar wird.

Die Nixie-Röhren haben einen großen Nachteil, das ist ihre hohe Speisespannung von ca. 250 Volt. In der modernen Halbleiter-Elektronik treten solche Spannungen nicht auf, weil sie nirgends erforderlich sind. Inzwischen haben die intensiven Forschungen längst zu Anzeigen geführt, die bereits mit wenigen Volt Speisespannung eine ausreichende Lichtemission erreichen. Es sind - wen wundert's - geeignete Halbleiter, die das können, die sogenannten LEDs (Licht emittierende Dioden). Die LEDs haben sich als Einzel-„leuchten" und als Siebensegment-Anzeigen durchgesetzt.

Bei den Siebensegment-Anzeigen werden alle Ziffern 0 bis 9 aus sieben Segmenten zusam-

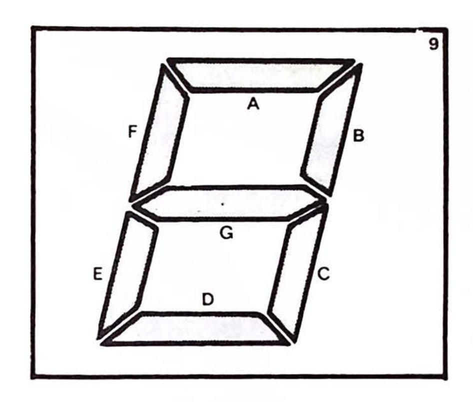


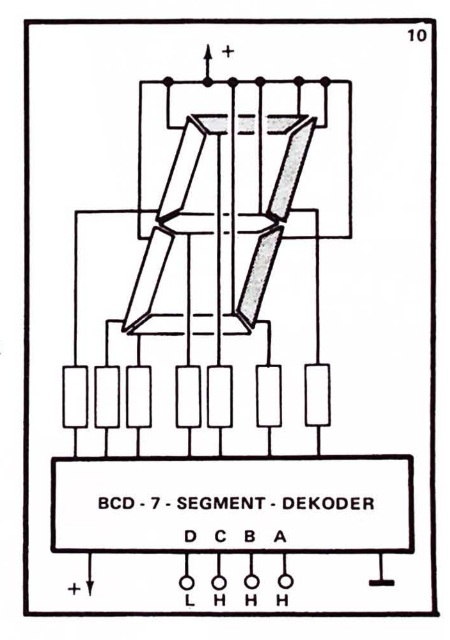
Bild 9. Lage und Codierung der Segmente bei den Siebensegment-Anzeigen.

mengesetzt. Bild 9 zeigt Codierung und Anordnung der Segmente. Die Codierung ist genormt, d.h. sie gilt für alle Anzeigen dieser Art (es gibt auch Glühdraht- und Nixie-Siebensegmentanzeigen) und auch für Dekoder. Denn selbstverständlich ist für die Steuerung von Siebensegment-Anzeigen ein spezieller Dekoder erforderlich. Bild 10 zeigt einen BCD-Siebensegment-Dekoder und die Steuerung der Segmente am Beispiel der Ziffer 7. Der Strom fließt wiederum vom Pluspol der Speisespannung, über die drei LED-Segmente A, B und C zu den Dekoder-Ausgängen A, B und C, die auf Masse geschaltet sind. Die Segmente A, B und C leuchten, sie bilden zusammen die Ziffer 7.

DAS BLOCKSCHALTBILD

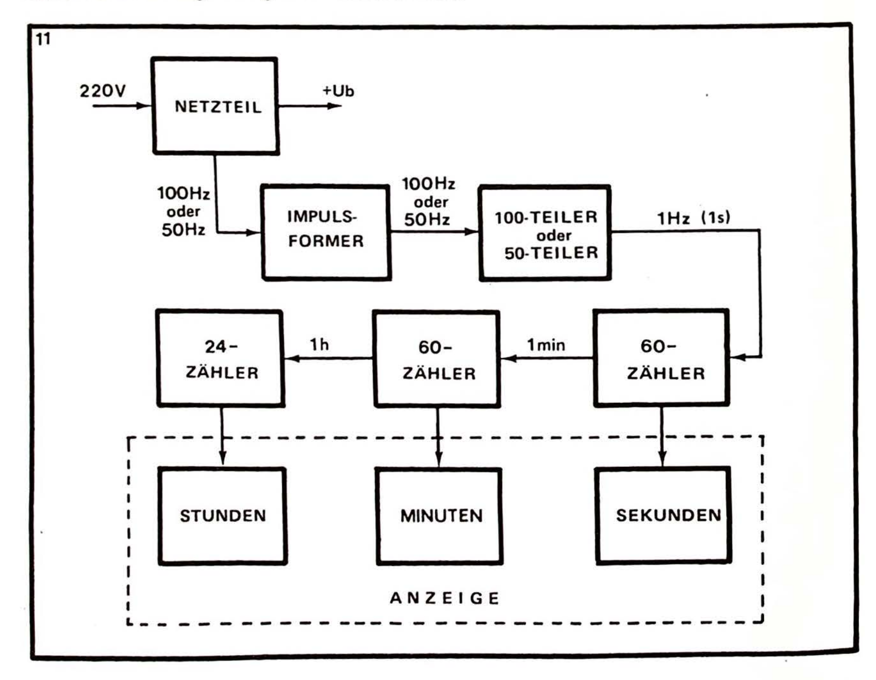
Die Funktionsblocks: Zeiger, Uhrwerk, Zeitreferenz (Unruh) der mechanischen Uhr haben in der elektronischen Uhr folgende Entsprechungen: Anzeigeelemente (mit Dekodern), Zähler, Zeitbasis (Wechselspannungsquelle mit Teilern).
Mechanische Uhren haben für den Hausgebrauch eine ausreichende, im Übrigen erstaunlich hohe Ganggenauigkeit. Mit einfachen Impulsgeneratoren (Multivibratoren) ist in Digitaluhren eine solche Genauigkeit nicht zu erreichen. Die Frequenz der erzeugten Wechselspannung ist stark temperaturabhängig, ändert sich durch Alterung der Bauelemente und unterliegt noch weiteren störenden Einflüssen.
Ausreichende Ganggenauigkeiten, sogar sehr hohe, lassen sich mit Quarzoszillatoren erreichen. Die erzeugten Frequenzen sind aber sehr hoch, sie liegen im allgemeinen im Megahertzbereich. Für die Ableitung eines

Bild 10. Siebensegment-Anzeigen erfordern spezielle Dekoder. Für die üblichen LED-Anzeigen ist je Segment ein Serienwiderstand erforderlich.

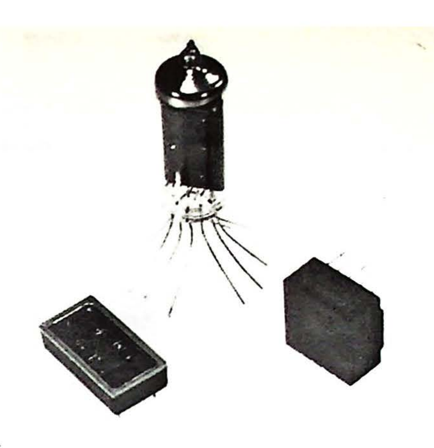


Sekundentaktes aus solch hohen Frequenzen sind zahlreiche Teilerstufen erforderlich; Teiler sind aber teuer, deshalb verwendet man solche Oszillatoren fast nur in Präzisionsuhren, die bis 10^{-2} bis 10^{-3} Sekunden (Tagesabweichung) genau sind und aus Batterien gespeist werden, also netzunabhängig betrieben werden.
Für stationäre Uhren ist eine eingebaute Zeitbasis nicht erforderlich, sie können mit einer externen Zeitreferenz arbeiten: mit der Netzspannung. Die Frequenz beträgt im gesamten europäischen Raum 50 Hz und ist sehr konstant. Diese Konstanz bewerkstelligen die E-Werke nicht den Liebhabern von Digitaluhren zuliebe, sondern sie ist eine technische Notwendigkeit, sobald mehrere Generatoren auf dasselbe Netz arbeiten. Wird irgendwo ein neuer oder überholter Generator zugeschaltet, so müssen im Augenblick des Zuschaltens Frequenz und Phase von Netz und Generator haargenau übereinstimmen, sonst hauts den Generator, sämtliche Hochspannungssicherungen und womöglich die Generatorhalle auseinander.
Von der Konstanz des Netzes profitieren selbstverständlich die netzgesteuerten Digitaluhren. Sehr gut ist die Ganggenauigkeit über längere Zeiträume; die Netzfrequenz kann zwar zu irgendeinem Zeitpunkt z.B.

Bild 11. Standard-Blockschaltbild der Digitaluhr. Es sind zahlreiche Erweiterungen denkbar: Setz-, Weckschaltung, verzögertes Abschalten usw.



50,02 Hz betragen, jedoch erfolgt höherenorts eine Gegensteuerung, d.h. ein paar Tage später beträgt die Frequenz z.B. 49,97 Hz, und im Mittel, über Tage und Wochen, ist sie genau 50,00 Hz.
Der aufmerksame Leser kann nach dem bisher Gesagten selbst das Blockschaltbild einer netzgesteuerten Digitaluhr erstellen; wenn es nicht klappt: siehe Bild 11. Im Bild sind auch die Funktionsgruppen dargestellt, die zur Erzeugung der Steuerwechselspannung dienen. Dem Netzteil der Uhr wird an geeigneter Stelle hinter dem Netztrafo die Wechselspannung abgezapft. Meist hat diese Spannung die Frequenz 100 Hz, dies hängt von der Schaltung des Netzteils ab (Ein- oder Zweiweggleichrichtung).
Die Wechselspannung kann nicht unmittelbar auf den ersten Frequenzteiler gegeben werden, denn der Teiler ist eine Digitalschaltung und verarbeitet nur solche Wechselspannungen korrekt, deren Kurvenform ein reines Rechteck ist (Bild 3 oben). Die dem Netzteil abgezapfte Spannung ist aber sinusförmig oder besteht aus (positiven) sinusförmigen Halbwellen. Deshalb ist ein sogenannter Impulsformer zwischengeschaltet, dessen Ausgang eine 50 Hz- oder 100Hz-Rechteckspannung liefert, d.h. die Spannung ist in jeder Sekunde je 50 mal (100 mal) L und H.
Der Impulsformer hat noch eine weitere Funktion. Die Netzspannung ist kein reiner Sinus. Außer Abweichungen von der idealen Kurvenform machen sich auch regelmäßige und unregelmäßige Störspannungen bemerkbar, die durch Ein- oder Ausschalten von Motoren, schlecht entstörte Lichtdimmer u.a. verursacht werden. Diese Störüberlagerungen müssen ausgesiebt werden, sonst läuft die Uhr zu schnell, weil sie die Störspitzen „mitzählt". Da die Störspannungen aus höheren Frequenzen als die Netzwechselspannung bestehen, genügt ein sogenannter Tiefpaß für 50 Hz (oder 100 Hz), um die Spreu vom Weizen zu trennen.



Einige Ausführungen von Siebensegment-Anzeigen. Die Lichtausbeute der LED-Anzeigen konnte weiter verbessert werden; diese Ausführungen haben sich heute weitgehend durchgesetzt.

Die Rechteckspannung aus dem Impulsformer kann nun dem ersten Frequenzteiler zugeführt werden, er erzeugt ein Signal mit der Frequenz 1 Hz (Sekundentakt). Dieses Signal geht unmittelbar auf den Sekundenzähler. Dieser ist intern so geschaltet, daß er nach 60 Impulsen einen Impuls abgibt (Minutenimpuls), die Frequenz beträgt also 1/60 Hz.
Es folgt im Signalweg der Minutenzähler, der ebenfalls nach 60 Eingangsimpulsen einen Impuls abgibt, den Stundenimpuls. Der Stundenzähler kann als 12-Zähler oder 24-Zähler ausgelegt sein. Meist verwendet man einen 24-Stunden-Rhythmus, weil er sachlich korrekter ist und zahlreiche Uhren eine eingebaute Weckvorrichtung haben, die im 12-Stunden-Rhythmus natürlich zu 50% Unfug treibt.

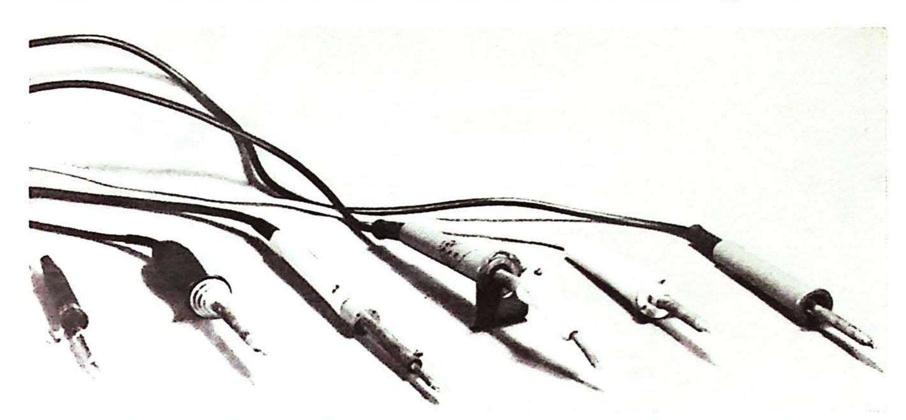
An den Ausgängen der Zähler liegen, wie besprochen, die Dekoder und Anzeigen. Das Blockschaltbild einer Digitaluhr ist, wie man sieht, zwar recht umfangreich, aber keineswegs schwierig zu verstehen.

Was sich in den einzelnen Blöcken konkret befindet, hängt davon ab, welcher Art die verwendete Technologie ist. In TTL-Technologie sind immerhin ca. 15 ICs erforderlich; daran kann man ermessen, daß der Aufbau einer Uhr mit Einzelbauelementen fast ein Lebenswerk ist.

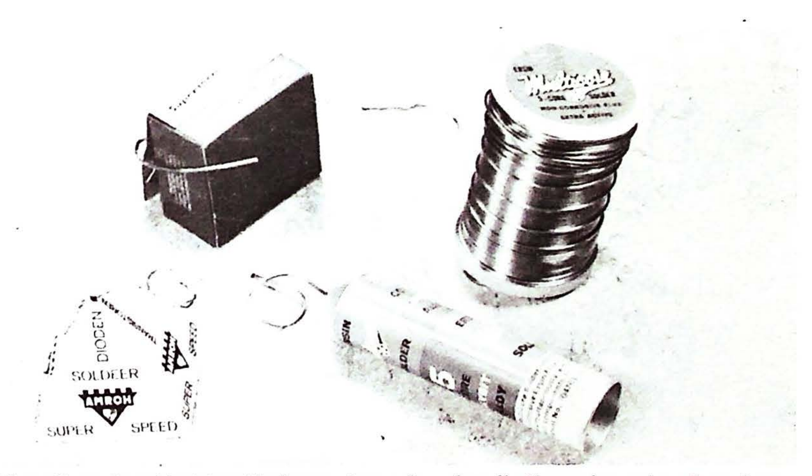
In den speziellen Uhren-ICs ist alles enthalten, was das Blockbild zeigt, und meist noch mehr, nämlich Zusatzeinrichtungen. Ein Beispiel dafür ist das im Beitrag „die totale Uhr" in dieser Ausgabe verwendete IC.



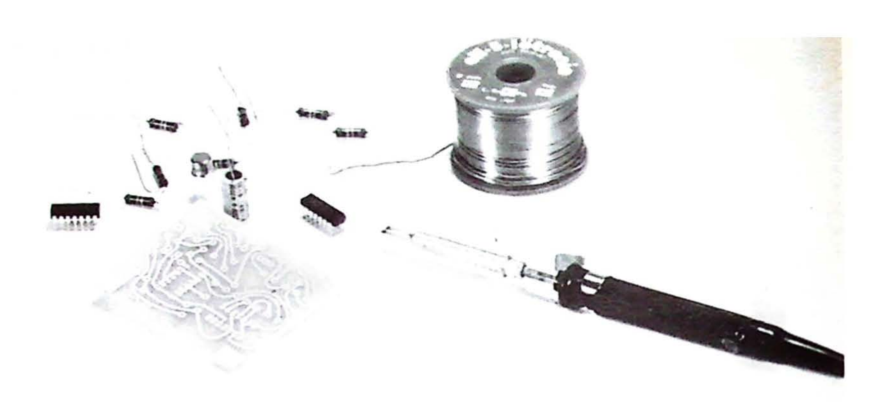
LÖTEN: FOTOREPORT



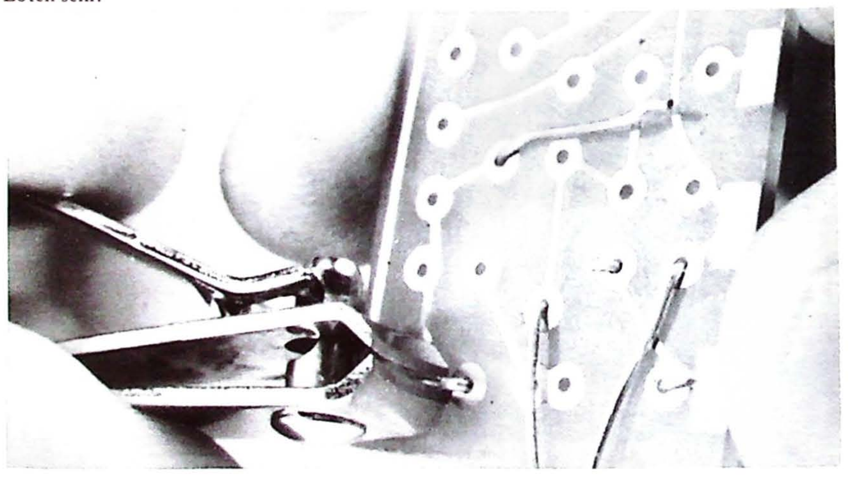
Genug Konkurrenz auf dem Lötkolbenmarkt! Es gibt ausreichend Auswahl, sowohl im Preis als auch in der Qualität. Die Leistung: 20 Watt sind genug, 35 Watt fast zuviel.



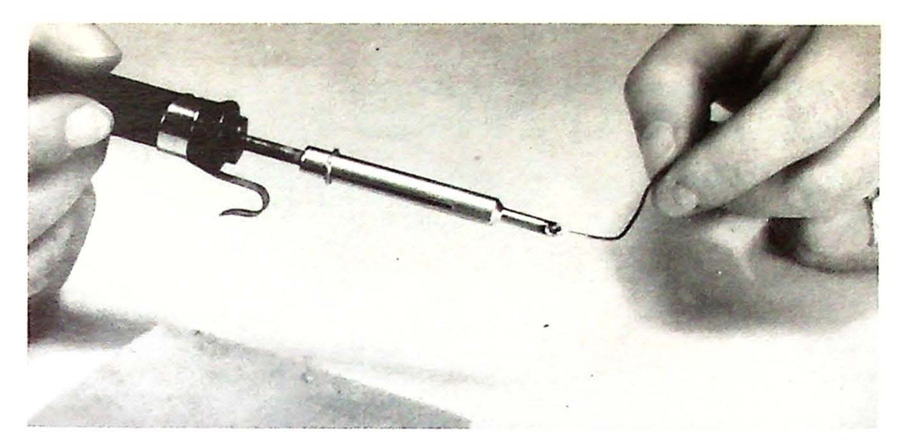
Auch Zinn gibt es in zahlreichen Varianten, besonders aber die Verpackung desselben. Lassen Sie sich nicht durch eine ansprechende geometrische Form der Verpackung täuschen, sondern achten Sie auf die tatsächliche Menge. Hohe Investitionskosten sollte man nicht scheuen: Größere Mengen sind preislich am günstigsten. Dünnes Zinn verdient den Vorzug.



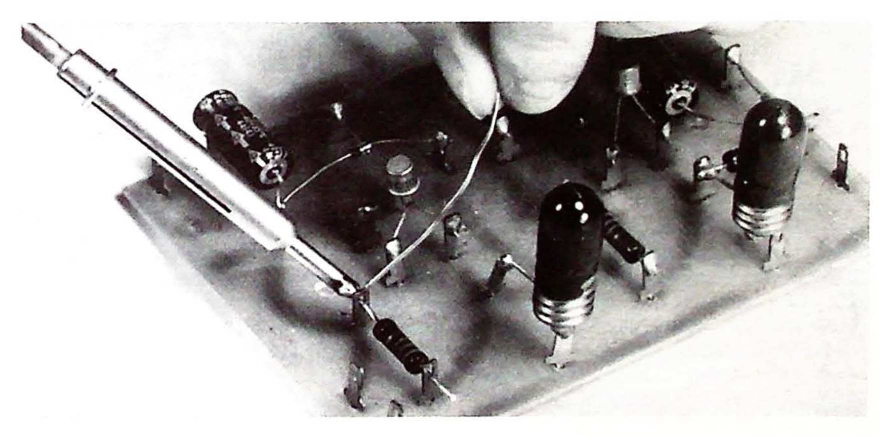
Alles im Bild, was man für eine gute Lötstelle braucht. Die Kupferflächen der Platine dürfen nicht durch Oxydation fleckig oder matt geworden sein; falls erforderlich, bringt man sie vor dem Bestücken mit einem Scheuerschwamm auf Hochglanz. Die Anschlußdrähte der Bauelemente müssen sauber verzinnt oder vergoldet sein; klebende Verpackungsreste stören beim Löten sehr.



Die Anschlußdrähte der Transistoren, Widerstände usw. werden (an der richtigen Stelle) durch die Bohrungen gesteckt, direkt an der Platine umgebogen und kurz abgekniffen. Die preiswerteste Kneifzange, die für diesen Zweck gut geeignet ist, gibt es im Frisörladen: den sogenannten Nagelknipser.



Die Spitze des aufgewärmten Kolbens wird mit einem nassen Schwamm oder mit einem trokkenen Tuch gesäubert. Dann verzinnt man die Spitze mit wenig Zinn, dabei muß es gut verlaufen und es dürfen keine dunklen Stellen auftreten. Kupferspitzen darf man feilen, Eisenspitzen nicht.



Kinder betet – der Papa lötet. – Gott gebe – daß es klebe! Wenn dieser fromme Spruch aus deutschen Elektroniklanden nichts hilft oder nur zu kalten Lötstellen führt, so tröste man sich mit der Tatsache, daß Übung auch hier den Meister macht. So ist es richtig: Die sauber verzinnte Spitze leicht gegen Draht und Lötauge drücken, sofort Zinn zugeben, das unmittelbar verlaufen muß. Wenig Zinn, kurze Lötzeit und eine glänzende Verbindung, das ist die (erlernbare) „Handschrift“ des Könners.

LEISTUNGS-VERSTÄRKER

MIT HYBRID-IC'S

**Integration, Miniaturisierung - diese Schlagworte der modernen Elektronik sind noch nicht abgegriffen. Die Integration macht offenbar vor nichts halt, auch nicht vor Leistungsverstärkern. Zwar gibt es bereits seit einigen Jahren integrierte Endverstärker, sie waren aber entweder fast unerschwinglich teuer oder ihre Leistungen lagen in der Gegend von 10 Watt. Diese Situation hat sich im letzten Jahr entscheidend geändert; es stehen zahlreiche Typen mit Leistungen bis 100 Watt zur Verfügung. Sie entsprechen der HiFi-Norm und sind relativ preiswert, zumal an externer Beschaltung so wenig Bauelemente erforderlich sind, daß es sich kaum lohnt, darüber zu reden.
Bei den meisten Typen sind Anschlußbelegung und externe Beschaltung identisch. Deshalb ist es angebracht, die Schaltung eines Verstärkers am Beispiel eines typischen Vertreters dieser Generation von „Jumbo-ICs" zu besprechen. besprechen.**

Die Wahl fiel auf den Typ SPH 036. Der Hersteller gibt eine Mindestausgangsleistung von 40 Watt an; jedoch wurden bei vorsichtigen Experimenten im Labor bis zu 59 Watt gemessen. Vorsicht ist deshalb besonders angebracht, weil die ICs dieser Art keine eingebaute Strombegrenzung besitzen.
Es empfiehlt sich darum, die externe Beschaltung nicht auf das absolute Minimum zu beschränken, sondern eine zusätzliche Schutzmaßnahme vorzusehen.
Bild 1 zeigt zunächst den unverzichtbaren Teil der externen Beschaltung, die aus nur 9 Bauelementen besteht, in der Mehrzahl sind es kleine Elektrolyt-Kondensatoren. Das Hybrid-IC, im weiteren Modul genannt, wird symmetrisch gespeist, d.h. es sind zwei Speisespannungen +Ub und -Ub erforderlich, die Masse (zweiter Anschluß von unten) ist der gemeinsame Anschluß.
Im Netzteil, das ebenfalls symmetrisch sein muß, liegen zwischen den „heißen" Anschlüssen +Ub bzw. -Ub und Masse zwei Lade-Elkos mit einigen 1000 μF. Zu diesen liegen in der Verstärkerschaltung die Elkos C2 und C3 parallel. C2 und C3 haben aber nur je 47 μF - das ist viel weniger als der Toleranzbereich der dicken Elkos im Netz-

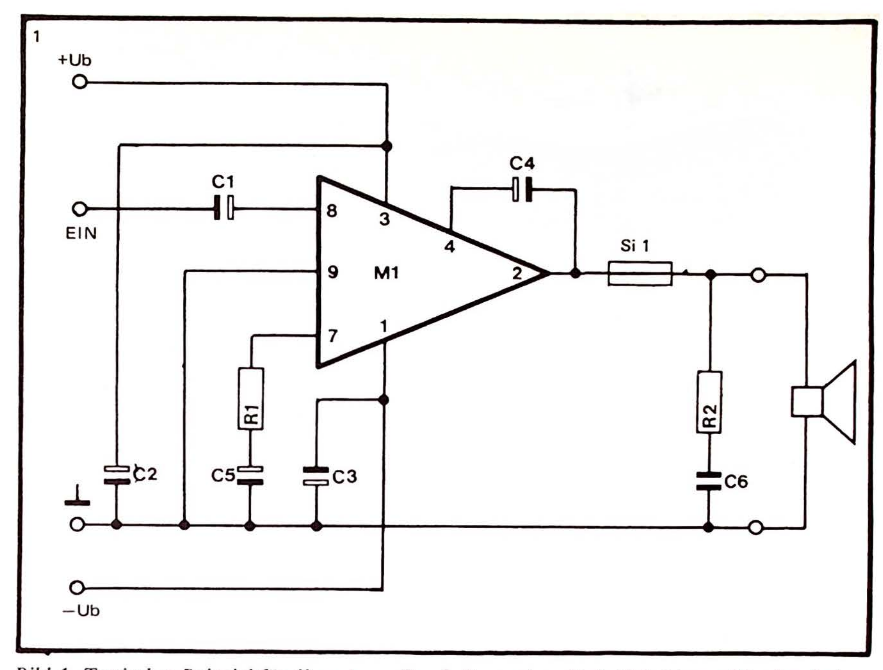


Bild 1. Typisches Beispiel für die externe Beschaltung eines Hybrid-Leistungs-ICs. Der Leistungsbereich dieser kompakten Endverstärker erstreckt sich bereits bis 80 Watt.

teil! Was soll mit diesem 1% zusätzlicher Siebung der Speisespannung erreicht werden? Etwas sehr Wichtiges: Nicht der Kapazitätswert dieser Elkos C2 und C3 ist entscheidend, sondern an welcher Stelle im fertig aufgebauten Verstärker sie sich befinden. Sie müssen nämlich so nahe wie irgend möglich an den Speisespannungsanschlüssen (3 und 1) des Moduls montiert werden.

Dies hat folgenden Grund: Leistungsverstärker entnehmen dem Netzteil kurzzeitige, hohe Ströme, sogenannte Spitzenströme. Im Laborjargon spricht man auch von Stromspitzen. Durch die räumlich getrennte Anordnung von Verstärker und Netzteil haben die Leitungen der Speisespannung eine nicht vernachlässigbare Länge, d.h. die Spitzenströme erzeugen über dem Leitungswiderstand „Spannungsspitzen", die der Verstärker als Schwankungen der Speisespannung wertet. Hinzu kommen weitere Störerscheinungen, die mit den hochfrequenten Signalanteilen in den Stromspitzen zusammenhängen. Durch zusätzliche Siebung mit C2 und C3, aber eben am anderen Ende der Speiseleitung, werden diese Störungen der Speisespannung beseitigt. Geschieht dies nicht, dann funktioniert der Verstärker bei höheren Leistungen nicht mehr einwandfrei.

Die Steuerspannung, das zu verstärkende Wechselspannungssignal, gelangt über den Koppelkondensator C1 auf den Eingang des

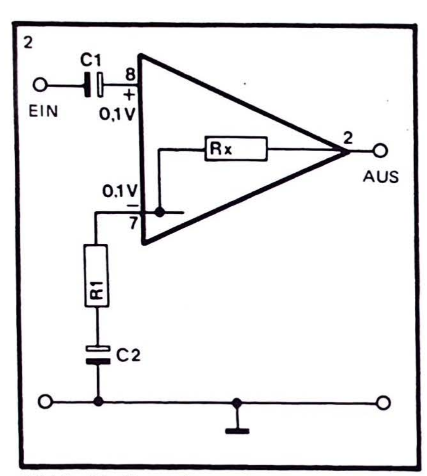


Bild 2. Die Verstärkungseinstellung erfolgt 'urch Gegenkopplung. Widerstand Rx be- 'ndet sich im IC, er ist zur Verdeutlichung :ngezeichnet.

Moduls, Anschluß 8. Anschluß 9 ist die Masseverbindung des Moduls, gleichzeitig entsteht durch diese Verbindung ein definierter Widerstand zwischen dem Eingang (Anschluß 8) und Masse, da zwischen den Anschlüssen 8 und 9 im Modul ein Widerstand liegt.

Das Netzwerk aus C1 und R5 ist Bestandteil der Gegenkopplung. Der Verstärker bzw. das Verstärkermodul funktioniert wie ein gegenkoppelter Operationsverstärker (darüber demnächst mehr in der Reihe „Wie funktioniert das?"). In Bild 2 ist die Gegenkopplung gesondert dargestellt. Anschluß 8 bildet den positiven, nicht invertierenden Eingang, Anschluß 7 den negativen, invertierenden. Würde man beiden Eingängen dasselbe Signal zuführen, eine Wechselspannung mit einem Wert von z.B. 0,1 Volt, so hätte der Ausgang keine Spannung, da nur die Differenz der Eingangssignale verstärkt wird, die in diesem Beispiel ja Null ist (jeder Eingang 0,1 Volt). Tatsächlich gibt man aber auf den invertierenden Eingang (Anschluß 7) nicht diesselbe Spannung, sondern einen Teil der verstärkten Ausgangsspannung. Diesen Teil erzeugt man mit einem Spannungsteiler, er besteht aus dem Widerstand Rx, der im Modul enthalten ist, und dem externen Widerstand R1. Der invertierende Eingang (Anschluß 7) liegt somit am Abgriff des Spannungsteilers. Durch diese Maßnahme beträgt die Spannung am invertierenden Eingang nun nicht mehr exakt 0,1 Volt, sondern ein kleines bißchen weniger, gerade soviel, daß die Differenz, die mit dem Verstärkungsfaktor des Verstärkers multipliziert wird, genau die Ausgangsspannung erzeugt, die über den Spannungsteiler die Differenz aufrecht erhält.

Die Empfindlichkeit, damit ist der Betrag der Eingangsspannung bezeichnet, der die nominale Ausgangsleistung des Verstärkers erzeugt, ist bei solchen gegenkoppelten Verstärkern nicht vom Verstärkungsfaktor des Moduls abhängig, sondern wird vom Spannungsteilerverhältnis bestimmt. Rx als modulinterner Widerstand liegt in seinem Wert fest, aber mit R1 kann man die Empfindlichkeit beeinflussen. Je größer der Wert von R1 ist, desto unempfindlicher wird die Schaltung. Da diese neue Modulreihe ausreichende Empfindlichkeiten der verschiedenen Typen aufweist, kann der vom Hersteller angegebene Wert beibehalten werden.

Im Gegenkopplungszweig liegt in Serie zu R1 der Elko C2. Er hat für Wechselspannung einen vernachlässigbar geringen (kapazitiven) Widerstand, deshalb konnte er in obiger Erläuterung der Gegenkopplung unberücksichtigt bleiben. Für Gleichspannung dagegen ist der Widerstand des Kondensators (theoretisch) unendlich, die Serienschaltung R1/C2 kann also für Gleichspannung als nicht vorhanden gelten. Der invertierende Eingang liegt demnach gleichspannungsmäßig über Rx am Ausgang. Mit einer solchen Gegen-

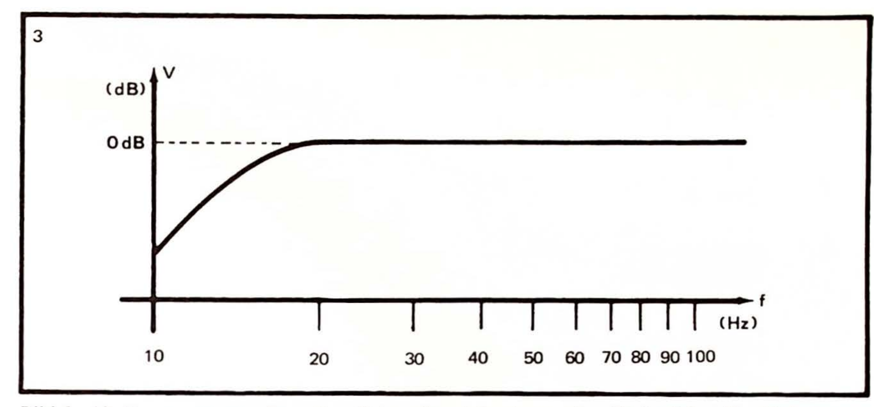


Bild 3. Als Frequenzgang eines Verstärkers bezeichnet man den Verlauf des Verstärkungsfaktors in Abhängigkeit von der Frequenz des Eingangssignals. In üblicher Darstellung erstreckt sich die Frequenzachse bis 20 kHz, also bis etwas über den hörbaren Bereich hinaus. Hier ist nur der untere Bereich herausgezeichnet, in dem aufgrund der frequenzabhängigen Gegenkopplung die Verstärkung nicht linear verläuft.

kopplung beträgt die Verstärkung genau 1, d.h. am Ausgang kann keine Gleichspannung auftreten.
Was ist der Vorteil dieses Gegenkopplungsverfahrens? In erster Linie die Tatsache, daß kleine Gleichspannungen, die durch Unvollkommenheiten des Moduls und der externen Beschaltung am Eingang entstehen können, dank der vollständigen Gleichspannungsgegenkopplung nicht verstärkt werden. Das ist wichtig. weil bei diesen symmetrisch gespeisten Verstärkern zwischen Ausgang und Lautsprecher kein Koppelkondensator liegt, der etwaige Gleichspannungen des Ausgangs vom Lautsprecher fernhalten würde. Lautsprecher haben einen niedrigen Gleichspannungswiderstand, so daß auch kleine Gleichspannungen am Ausgang einen beachtlichen Gleichstrom im Lautsprecher erzeugen, der die Lautsprecherspule mit dem Konus um einen konstanten Betrag aus der Ruhelage auslenkt und so den Aussteuerbereich des Lautsprechers einengt.

Ein weiterer Vorteil der gewählten Gegenkopplungsart ist die Tatsache, daß der Verstärkungsfaktor im unteren Frequenzbereich der Signalwechselspannung abnimmt, und zwar im Infraschall-, dem nicht mehr hörbaren Bereich. Bild 3 zeigt den „Frequenzgang" des Verstärkers im Bereich zwischen 10 Hz und 100 Hz. Die beiden Achsen der Graphik sind im logarithmischen Maßstab dargestellt, sind also nicht linear. Dies hat den Vorteil, daß der untere, interessierende Teil des Bereiches gespreizt erscheint.
Auch der Verstärkungsfaktor V ist im logarithmischen Maßstab aufgetragen, die Maßeinheit ist das Dezibel (dB). Hierüber in einer der nächsten Ausgaben mehr.
Im hörbaren Bereich oberhalb 20 Hz und auch über 100 Hz hinaus ist der Verstärkungsfaktor konstant. Bei 20 Hz setzt zu tieferen Frequenzen hin eine Abnahme der Verstärkung ein. Frequenzen dieses Bereichs kommen im zu verstärkenden Signal nicht vor; wenn sie durch irgendwelche Unvoll-

kommenheiten oder Störungen des Übertragungsweges oder im Endverstärker entstehen, werden sie dank der Verstärkungsabnahme in diesem Bereich unterdrückt und machen sich weniger störend bemerkbar. Als bekannteste Störung dieser Art kann das Rumpeln unwuchtiger Plattenspielerteller genannt werden.
Die Abschwächung der Verstärkung im unteren Frequenzbereich kommt durch den zunehmenden Wechselstromwiderstand des Kondensators C2 zustande. Bis etwa 20 Hz ist dieser Widerstand klein gegen den Widerstandswert von R1, macht sich dann bei noch tieferen Frequenzen aber immer stärker bemerkbar. Der Gesamtwiderstand der Serienschaltung C2/R1 nimmt weiter zu, die Gegenkopplung wird stärker und der Verstärkungsfaktor nimmt ab, bis der Grenzfall mit der Frequenz Null (Gleichspannung) rreicht ist; dieser Fall wurde bereits beprochen: Gesamtwiderstand der Serienchaltung unendlich, Gegenkopplung vollständig, Verstärkungsfaktor 1.
In Bild 1 liegt zwischen dem Ausgang des Moduls und dem Anschluß 4 ein Elko, er ist in dem vom Hersteller vorgeschlagenen „Anwendungsschaltbild" angegeben (im Fachjargon heißen die Anwendungsvorschläge „application"). Da bis Redaktionsschluß ein Innenschaltbild des Typs SPH 036 nicht aufgetrieben werden konnte, läßt sich der Zweck des Elkos C4 nur vermuten. Sehr wahrscheinlich handelt es sich um den als „bootstrapping" bezeichneten Schaltungskniff. In Verstärkerausgangsstufen dient er zur Erweiterung des nutzbaren Aussteuerbereiches. Der obere Transistor der Ausgangsstufe und der (die) Treiberstufe(n) für diesen Transistor arbeiten normalerweise bei Vollaussteuerung des Verstärkers praktisch ohne Spannungsreserve, da während der positiven Halbwellen des Signals die Ausgangsspannung fast den Wert der Speisespannung erreicht. Der Elko überträgt die Ausgangsspannung als zusätzliche Spannungsreserve auf die Speisespannung der Treiberstufe(n) und der Ausgangsstufe. Diese Stufen finden in den „kritischen Momenten", während der positiven Spannungsspitzen bei Vollaussteuerung, eine höhere Speisespannung vor und können auch in diesem Bereich das Steuersignal unverzerrt, d.h. ohne Begrenzung der positiven Spitzen verarbeiten.
Im Ausgang des Verstärkers liegt eine Schmelzsicherung, deren Bedeutung nicht unterschätzt werden sollte, weil das Modul keine eingebaute Strombegrenzung hat. Nach Angaben des Herstellers darf der Ausgang bis zu 2 Sekunden kurzgeschlossen werden, ohne daß das Modul beschädigt wird. Die Sicherung muß demnach so bemessen werden, daß sie innerhalb dieser 2 Sekunden durchbrennt, dazu ist eine 4 Ampere - Ausführung geeignet.
Parallel zum Lautsprecher liegt die Serienschaltung aus R2 und C6. Verstärker, insbesondere solche ohne Ausgangselko, neigen zum Schwingen, wenn der Ausgang offen ist, wenn also kein Lautsprecher angeschlossen ist. In der Praxis kann es leicht passieren, daß ein Lautsprecherstecker versehentlich nicht eingesteckt ist, unbemerkt herausgezogen wurde usw. Durch wildes Schwingen (Selbsterregung) wurde schon mancher Verstärker beschädigt. Das Netzwerk R2/C6 unterdrückt die Schwingneigung wirksam.

ÜBERSTEUERUNGSANZEIGE

Die bereits erwähnte Sicherung bietet zwar hinreichend Schutz gegen Kurzschluß, noch wichtiger ist jedoch eine Maßnahme, die eine längere Zeit auftretende Übersteuerung des Verstärkers verhindert oder zumindest anzeigt.
Das Modul kann eine Leistung von 50 Watt abgeben. Da es keine eingebaute Strombegrenzung hat, kann die Leistung noch gesteigert werden, wenn man die Speisespannung ausreichend hoch ansetzt und die Amplitude des Steuersignals groß genug macht. Je höher die Speisespannung ist, um so

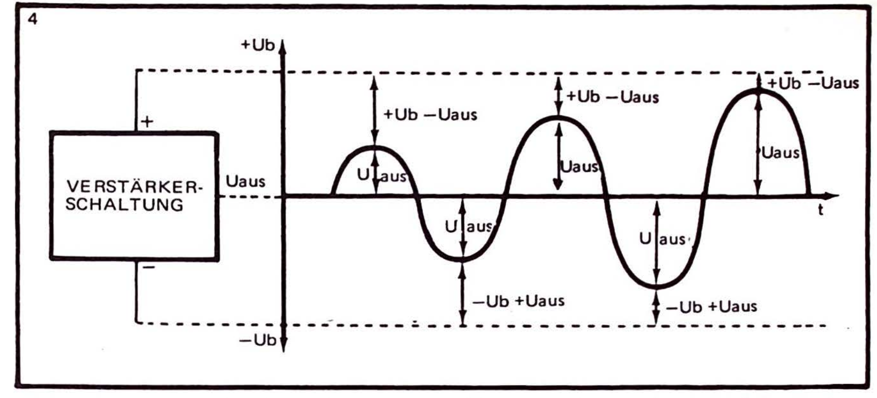


Bild 4. Nicht nur die Amplitude des verstärkten Signals am Ausgang ist ein Maß für die Ausgangsleistung, sondern auch die Differenz zwischen der Amplitude und der Speisespannung, wenn deren Wert bekannt ist.

größer kann auch die Ausgangsspannung und damit die Leistung des Verstärkers werden. Eine Beschränkung der Ausgangsleistung auf 50 Watt könnte demnach durch geeignete Wahl der Speisespannung erfolgen.
Diese Methode hat aber einen Nachteil: Bei Vollaussteuerung machen sich die Verzerrungen bereits stark bemerkbar. Im Labor wurden bei höherer Speisespannung 59 Watt gemessen! Um die Leistungsreserve des Moduls voll ausnutzen zu können, ohne es zu gefährden, kann man den hier gewählten Weg beschreiten: Die Speisespannung um einige Volt höher wählen, als für 50 Watt erforderlich; Einbau einer Übersteuerungsanzeige.
Wie könnte eine Übersteuerungsanzeige konzipiert werden? Zunächst ist an eine Messung bzw. Überwachung der Ausgangsspannung zu denken, denn diese Spannung ist ein Maß für die Ausgangsleistung. Einfacher ist jedoch eine andere Methode, deren Wirkungsweise anhand Bild 4 erläutert wird. Die Graphik zeigt eine willkürlich gewählte Ausgangsspannung. An einigen Stellen ist die Spannung markiert. Die Pfeile innerhalb des Wellenzuges stellen die jeweilige Amplitude der Ausgangsspannung dar und repräsentieren somit gleichzeitig eine bestimmte Ausgangsleistung. Die äußeren Pfeile geben die Differenz zwischen der Ausgangsspannung und der Speisespannung an. Je kleiner diese Differenz ist, um so höher ist die abgegebene Leistung. Bei 50 Watt Ausgangsleistung hat die Differenz einen (kleinen) Wert, der nicht unterschritten werden darf.
Die Übersteuerungsanzeige hat die Aufgabe, beim Erreichen dieses Wertes ein optisches Warnsignal abzugeben. Die erste Stufe der Anzeigeschaltung ist in Bild 5 angegeben.
Zwischen dem Verstärkerausgang und der Speisespannung liegt ein Spannungsteiler mit den Widerständen R1 und R2. Die Basis/Emitter-Diode des PNP - Transistors T1 liegt parallel zu R1. Der Kollektor liegt über R3 an Masse.
Wird der Verstärker gesteuert, so fließt im Spannungsteiler ein Strom, der zu der Differenz zwischen positiver Speisespannung und Ausgangsspannung proportional ist.

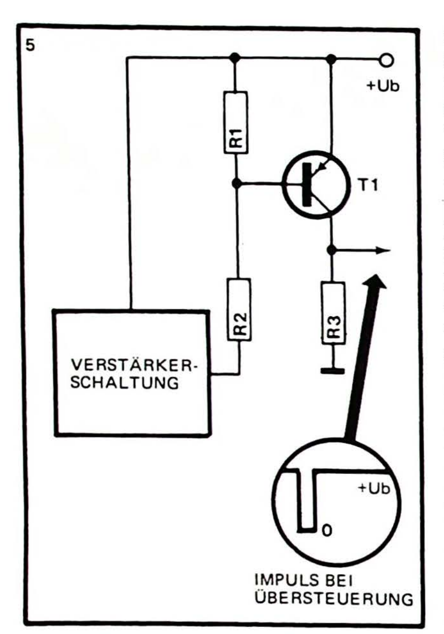


Bild 5. Die erste Stufe der Übersteuerungsanzeige ist im Prinzip ein Komparator, der die Ausgangsspannung mit der Speisespannung vergleicht.

Ohne Steuersignal am Verstärkereingang ist auch die Ausgangsspannung Null, der Ausgang liegt auf Masse. Über dem Spannungsteiler R1/R2 steht die volle (positive) Speisespannung; der Strom, der durch den Spannungsteiler fließt, erzeugt an R1 eine ausreichend hohe Spannung, so daß der Transistor T1 in den Leitzustand gesteuert wird. Über dem Widerstand R3 steht die volle Speisespannung.

Bei Steuerung des Verstärkers erscheint die verstärkte Wechselspannung am Ausgang; der Strom in den Spannungsteilerwiderständen hat denselben zeitlichen Verlauf, jedoch ist er am höchsten, wenn die Spannung den niedrigsten Wert hat, und umgekehrt.

Stimmt man nun das Verhältnis der beiden Widerstände so ab, daß bei 50 Watt Ausgangsleistung die Spannung über R1 unter 0,7 Volt fällt, dann sperrt der Transistor. Die Spannung über dem Kollektorwiderstand wird kurzzeitig Null und geht, sobald der Transistor nach dieser Signalspitze wieder leitet, auf +Ub zurück; dabei entsteht der im Bild eingezeichnete Impuls.

Die Schaltung rund um den Transistor T1 ist demnach nichts anderes als ein Komparator (Vergleicher), der stetig die Ausgangsspannung mit der Speisespannung vergleicht. Unterschreitet die Differenz einen bestimmten Wert, dann gibt die Schaltung einen negativen, von +Ub nach Null gerichteten Impuls ab, der das nachfolgende, opto - elektronische Anzeigesystem steuert. Selbstverständlich kann dasselbe Meßverfahren auch zwischen Verstärkerausgang und negativer Speisespannung —Ub angewandt werden. Die Schaltung ist vollkommen komplementär, es ändern sich nur die Polaritäten; der Transistor ist in der komplementären Schaltung ein NPN-Typ, der erzeugte Impuls ist hier positiv, er geht von —Ub nach Null. Der Impuls tritt auf, sobald die Amplitude der negativen Halbwelle am Ausgang größer ist, als zur Erzeugung einer Leistung von 50 Watt an einem 4-Ohm-Lautsprecher erforderlich.

Das Schaltbild der zweiten Stufe in der Übersteuerungsschaltung ist in Bild 6 dargestellt. Es handelt sich um den „positiven" Teil, der zusammen mit der ersten Stufe (Bild 5) die positiven Halbwellen des Ausgangssignals überwacht. Auch dieser Transistor ist ein PNP-Typ. Der Eingang dieser Stufe liegt am Kollektorwiderstand R3 in Bild 5, an dem bei Übersteuerung der Impuls auftritt.

Im Normalbetrieb, also ohne Übersteuerung, hat die Spannung am Eingang das Potential der positiven Speisespannung +Ub. Da auch der Emitter des Transistor dieses Potential

hat, ist die Basis-Emitter-Strecke gesperrt, der Transistor insgesamt im Sperrzustand. Die LED (D2) leuchtet nicht.
Bei Übersteuerung des Verstärkers erscheint der eingezeichnete negative Impuls an der Kathode der Diode D1, das ist im Bild die linke Seite. Es kann nun Strom fließen, und zwar von +Ub, durch die LED und den Widerstand R1, über die Basis-Emitter-Strecke und die Diode D1, die jetzt leitet. Somit geht der Transistor in den Leitzustand, die LED leuchtet. Sie tut das jedesmal bei Übersteuerung durch die (positiven) Signalspitzen der verstärkten Wechselspannung.
Es fehlt noch die Funktionsbeschreibung der Bauelemente D1/C1. Im Normalbetrieb ist der Kondensator nicht geladen, denn die Basis liegt auf Speisespannungspotential. Bei Übersteuerung gelangt auf den Kondensator über die Diode ein negativer Impuls, der den unteren Belag des Kondensators auf Massepotential bringt, den Kondensator also auflädt. Nach Ablauf der Impulsdauer sperrt die Diode, da ihre Kathode auf +Ub liegt, die Anode auf Masse. Der Kondensator kann sich nur über die Basis-Emitter-Strecke des Transistors und weiter über R1 und die LED entladen. Es dauert eine Weile, bis der Kondensator entladen ist, der Transistor wieder sperrt und die LED verlöscht. Die Leuchtdauer der LED ist demnach erheblich länger als die Impulsdauer, aber das ist erwünscht. Die Dauer der Übersteuerung ist nämlich so kurz, daß man bei einer direkten Steuerung der LED ihr Aufleuchten gar nicht bemerken würde, weil das menschliche Auge zu träge ist. Das Zeitglied D1/C1 verlängert die Anzeigezeit, so daß auch kürzeste Übersteuerungen, d.h. scharfe Signalspitzen, dem aufmerksamen Beobachter nicht entgehen.
Selbstverständlich gehört zu der Schaltung in Bild 6 wieder ein Komplement für die Überwachung der negativen Halbwellen des Wechselspannungssignals. In der komplementären Schaltung ist der Transistor ein NPN-

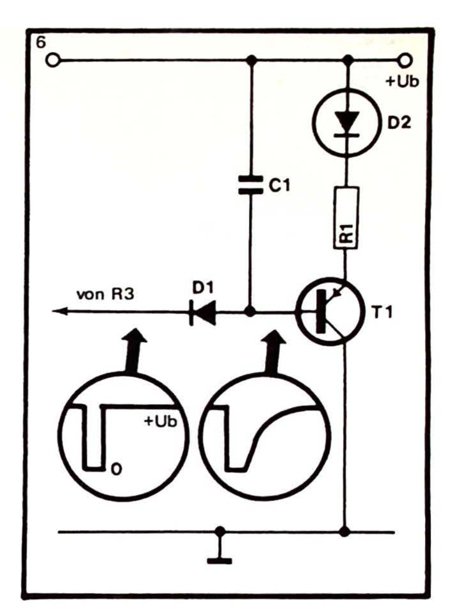


Bild 6. Die zweite Stufe der Übersteuerungsanzeige könnte man als „Transistorschalter mit verzögerter Abschaltung" bezeichnen.

Typ, und die Diode D1 liegt in umgekehrter Richtung in der Schaltung.
Wie dieser Beitrag zeigt, können mit den neuen Hybrid-ICs für Leistungsverstärker recht einfache Schaltungskonzepte erstellt werden. Der Preis des Verstärkers (ohne Netzteil) bestimmt sich zwar in erster Linie durch das verwendete Leistungs-IC, ist aber nicht mehr, wie noch vor Jahresfrist, unerschwinglich hoch. Verbesserungsbedürftig sind vielleicht einige der Kenndaten, bevor diese Verstärker zur absoluten Spitzenklasse gerechnet werden können, sie entsprechen aber der HiFi-Norm und werden sich dank des guten Leistungs-Preis-Verhältnisses einen sicheren Marktplatz erobern.

DER BUCH-TIP

EXPERIMENTE ELEKTRONIK
ca. 280 Seiten, über 400 Abbildungen und Fotos
ISBN: 3-8025-1073-9

EXPERIMENTE ELEKTRONIK

Elektronik auf dem Papier (eines Buches oder einer Zeitschrift) ist wie Trockenrudern. Wenn aber Nixies flimmern, Lautsprecher heulen und Gleichrichter heiß werden (Gleich-riecht-er), dann herrscht das wahre elektronische Leben. Weil praktische Elektronik unterhaltsam ist, aber auch, weil sich durch Experimente zum Wissen die Erfahrung paart.

Dieser Einsicht folgt offenbar auch der Herausgeber des Buches „Experimente Elektronik". Jean Pütz, Leiter der Redaktion „Naturwissenschaft und Technik" beim WDR-Fernsehen, ist der Initiator der Sendereihen „Einführung in die Elektronik" und „Einführung in die Digitaltechnik" (siehe Terminplan „Elektronik per Bildschirm" in dieser Ausgabe). Zu diesen Sendereihen gibt es seit einiger Zeit die Begleitbücher „Einführung in die Elektronik" und „Digitaltechnik - ein Einführungskurs".

Druckfrisch ist „Experimente Elektronik". Dieses neue Buch hat keinen programmatischen Bezug zu einer der genannten Fernsehserien, stattdessen wartet es mit einem neuartigen, zumindest ungewohnten „Medienverbund" auf: Fast alle beschriebenen Experimente können mit (58!) Bausätzen ausgeführt werden, die eine renommierte Elektronikfirma vertreibt.

Ob sich dieses Konzept in der Praxis bewährt, bleibt abzuwarten. Die Voraussetzungen sind jedenfalls günstig: Zu allen Bausätzen gehört eine Platine. Damit erhöht sich die Nachbausicherheit der Experimentierschaltungen erheblich. Über Qualität und Preiswürdigkeit will der Herausgeber sorgsam wachen.

Zum Buch: Wer Elektronik populär beschreiben will, muß viel Liebe zum Detail mitbringen. Über weite Strecken des Buches ist diese Liebe spürbar. So werden in Kapitel 3 - von der Brettschaltung bis zur gedruckten Schaltung - acht verschiedene Aufbautechniken dargestellt; das sind fast mehr als es überhaupt gibt. Großge- und dabei detailliert beschrieben werden Meß- und Prüfverfahren in Kapitel 4; erfreulich, daß man dieses für das Experimentieren so wichtige Thema so gründlich bearbeitet hat.

Daß bei den Experimenten die Funktionsbeschreibungen nicht bis ins letzte Detail gehen, ist verständlich und berechtigt; der Herausgeber versteht dieses Praxis-Buch als Fortsetzung und Ergänzung seiner bereits erwähnten Einführungswerke.

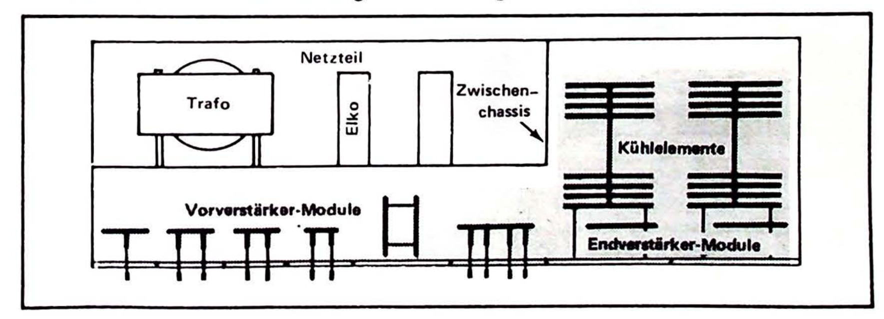
(Bei Redaktionsschluß dieser Ausgabe war das Buch im Druck, daher fehlt das Umschlagfoto).

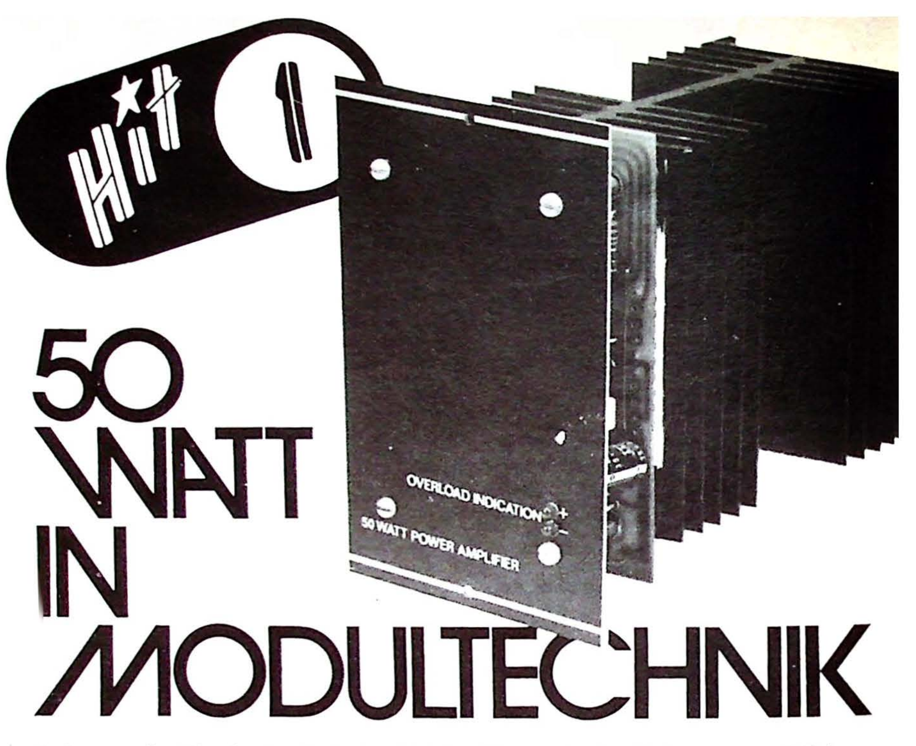
EINFÜHRUNG IN DIE ELEKTRONIK
ca. 280 Seiten
ISBN: 3-8025-1022-4

DIGITALTECHNIK - EIN EINFÜHRUNGSKURS
ISBN: 3-18-4003-56-1

MODUL im MODUL

Endverstärker in Modulbauweise, als Bestandteil einer HiFi-Modulkette mit Klangeinsteller, Mischmodul, LED-VU-Meter usw., trifft man auf dem Markt kaum an, jedenfalls kaum in der Preisklasse, die für den interessierten Amateur in Frage kommt. Dies hängt vor allem mit den relativ großen Abmessungen zusammen, die ihrerseits eine Folge der großflächigen Kühlkörper für die Leistungstransistoren sind.
Dank den in jüngster Zeit erhältlichen integrierten Endverstärkern für hohe Ausgangsleistungen bahnt sich auf diesem Gebiet eine erfreuliche Entwicklung an. Die preiswerten Moduln, die aussehen wie etwas zu groß geratene ICs, beanspruchen nicht mehr Platz als zwei Leistungstransistoren. Die externe Beschaltung beschränkt sich auf wenige Bauelemente.
Selbstverständlich müssen auch diese Moduln wirksam gekühlt werden. Daß dieses Problem lösbar ist, zeigt der folgende Beitrag. Als Kühlkörper kommen verschiedene Typen in Betracht, deren Abmessungen die Tiefe des Verstärkermoduls bestimmen, aber unabhängig vom verwendeten Typ wird es in der gesamten Modulkette immer der Verstärker sein, der die größe Tiefe hat.
Da alle Einheiten in einem gemeinsamen Gehäuse zusammengefaßt werden, bestimmt sich die Tiefe des Gehäuses durch das Verstärkermodul. Wie das Schnittbild zeigt, entsteht hinter den anderen Moduln soviel freier Raum, daß hier das Netzteil untergebracht werden kann, etwa mit Hilfe eines Zwischenchassis, das gleichzeitig als Abschirmung gegen Brummeinstrahlung vom Netzteil dient.
Bei allen als Kühlkörper für das integrierte Modul vorgeschlagenen Typen stehen die Rippen senkrecht, so daß die wichtige Kaminwirkung entsteht, wenn im Gehäuse Be- und Entlüftungsschlitze vorgesehen werden.



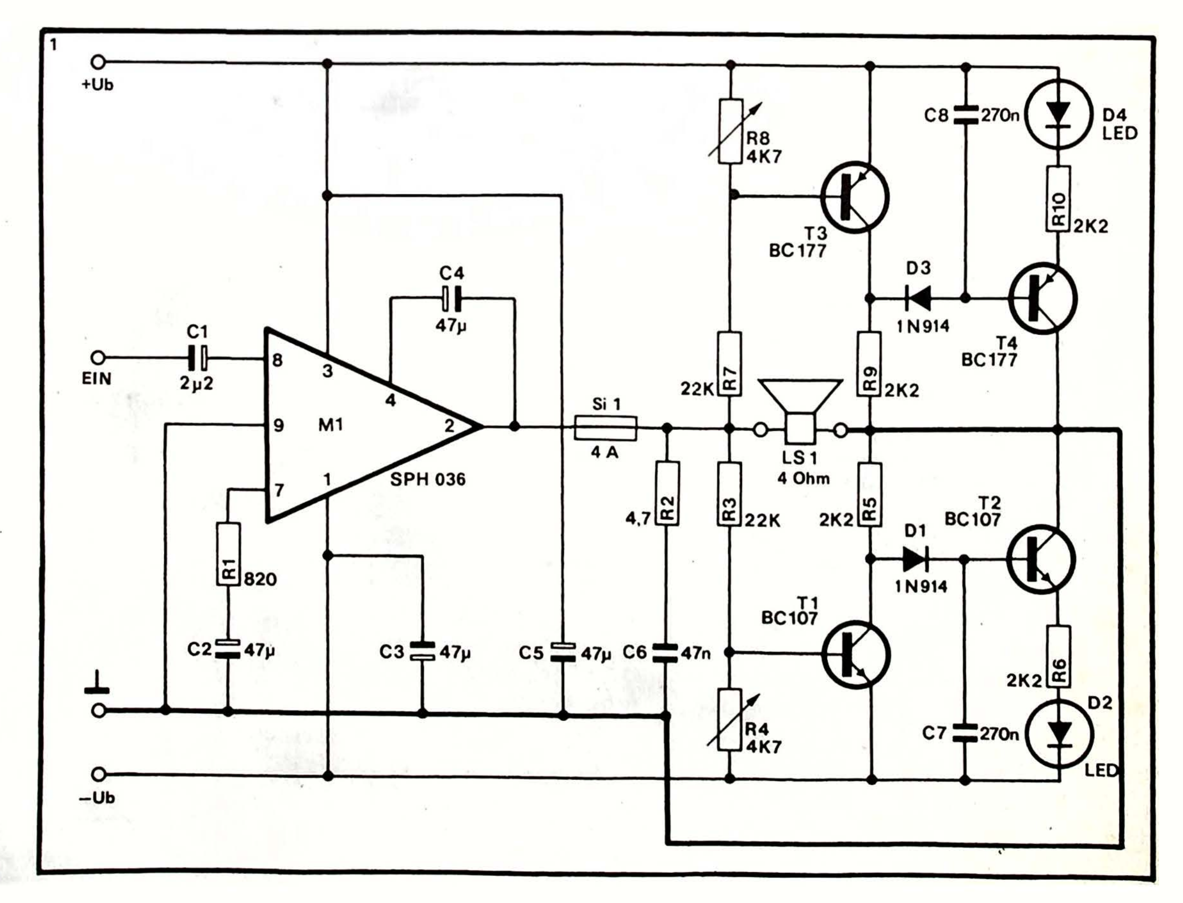


50 WATT IN MODULTECHNIK

Es ist soweit: Hier ist der Spitzenreiter der Hitparade. Im Rahmen von P.E.'s Modultechnik wird in diesem ersten Beitrag der Bau des 50 Watt- Moduls beschrieben.

In Stereoausführung 100 Watt - das mag mancher für übertrieben halten; wo soll man damit hin? Die P.E.-Redaktion ist keineswegs der Wattomanie verfallen. Es gibt nämlich auch Leser, die noch mehr wollen, und es war deshalb ein Kompromiß erforderlich. Daß dieser nun im oberen Wattbereich angesiedelt ist, hat im wesentlichen zwei Gründe. Mann kann nämlich ohne irgendwelche Änderungen am Modul den Output kostensparend einschränken, nämlich durch schwächere Dimensionierung des Netzteils (Strom und Spannung bei Trafo und Gleichrichter). Das zweite Argument: Das Modulprogramm, so wie es geplant ist, enthält Elemente, die in einer normalen Stereoanlage für den Hausgebrauch nicht enthalten sind, nämlich Mischmodul, Nachhall und Tremolo. Damit läßt sich allerhand anfangen, von der Herstellung von Bandaufnahmen mit Effekten bis zur Live-Musik-Produktion. Für den letzten Verwendungszweck sind 50 oder 100 Watt eher zuwenig statt zuviel; kurz: Bei der universellen Gestaltung des Modulsystems darf auch dieses Modul nicht aus dem Rahmen fallen.

An die Baubeschreibung schließen sich einige Betrachtungen zur Gestaltung des Systemgehäuses an.


1
+Ub
EIN
−Ub
C1
2μ2
8
3
4
9
M1
2
7
1
SPH 036
C4
47μ
R1
820
C2
47μ
C3
47μ
C5
47μ
Si 1
4 A
R2
4,7
C6
47n
R7
22K
R3
22K
R8
4K7
R4
4K7
LS 1
4 Ohm
T3
BC177
T1
BC107
R9
2K2
R5
2K2
D3
1N914
D1
1N914
C8
270n
C7
270n
T4
BC177
T2
BC107
R10
2K2
R6
2K2
D4
LED
D2
LED

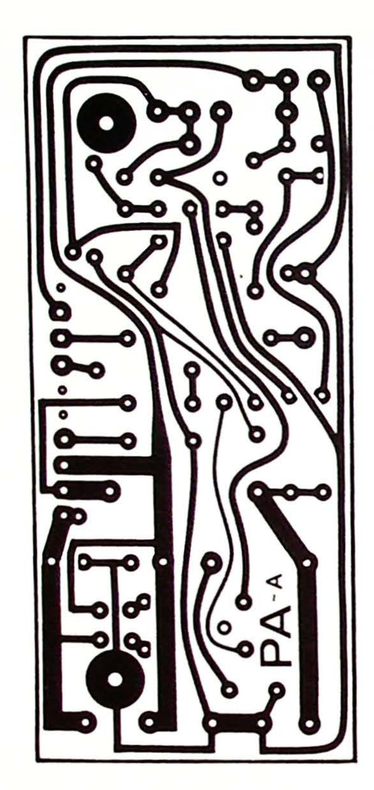


Bild 2. So klein ist der Print des Fünfzigwatters.

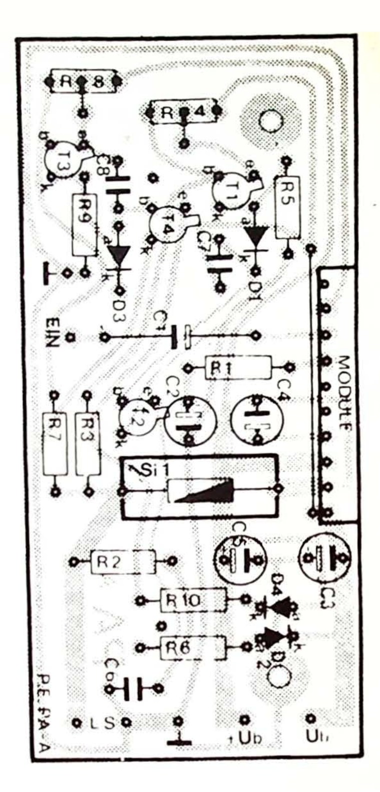


Bild 3. Vollständige Bestückung.

Aus dem Schaltbild (Bild 1) geht hervor, daß die Ausgangsbeschaltung des Leistungs-Moduls M1 vollkommen symmetrisch ist. Der Spannungsteiler, der den Einsatzpunkt der Übersteuerungsanzeige bestimmt, besteht aus einem Festwiderstand (R7 bzw. R3) und einem Trimmer (R8 bzw. R4). Im praktischen Betrieb des Gerätes hat sich nämlich gezeigt, daß es aufgrund von Bauteiletoleranzen nicht möglich ist, den Einsatzpunkt mit Festwiderständen genau genug einzustellen.

Bild 2 zeigt den Print, Bild 3 seine Bestückung. Man beginnt am besten mit der langen Drahtbrücke, damit sie nachher nicht vergessen wird. Will man die Anschlußdrähte nicht unmittelbar an den vorgesehenen Stellen des Prints anlöten, sondern an Lötstifte, so kommen diese als nächste an die Reihe. Alle Elkos 47 μF sind Printausführungen, sie werden stehend montiert. Nicht zuletzt dank dieser Montageart konnten die Abmessungen des Prints so knapp gehalten werden. Alle

STÜCKLISTE:

WIDERSTÄNDE:

R1 = 820 Ohm, 1/4 Watt
R2 = 4,7 Ohm, 1 Watt Draht
R3 = 22 k-Ohm
R4 = 4,7 k-Ohm, Trimmer
R5 = 2,2 k-Ohm
R6 = 2,2 k-Ohm
R7 = 22 k-Ohm
R8 = 4,7 k-Ohm, Trimmer
R9 = 2,2 k-Ohm
R10 = 2,2 k-Ohm

KONDENSATOREN:

C1 = 2,2 µF, 35 V axial
C2 = 47 µF, 35 V stehende Montage
C3 = 47 µF, 35 V stehende Montage
C4 = 47 µF, 35 V stehende Montage
C5 = 47 µF, 35 V stehende Montage
C6 = 47 nF, Siemens MKM
C7 = 270 nF, Siemens MKM
C8 = 270 nF, Siemens MKM

HALBLEITER:

D1 = 1 N914
D2 = LED, 3mm rot
D3 = 1 N914
D4 = LED, 3mm rot
T1 = BC 107
T2 = BC 107
T3 = BC 177
T4 = BC 177
M1 = SPH 036 oder STK 036

SONSTIGES:

Sicherung 4A mittel
Sicherungshalter (Printmontage)
Kühlelement WA840
4 Schrauben M3x50
2 Schrauben M3x25
6 Muttern M3
4 Abstandsröhrchen 3x38mm
2 Abstandsröhrchen 3x5mm

NETZTEIL:

2 x Elko 4700 µF, 60 V
1 x Brückengleichrichter B80/C5000-3300
1 x Trafo 2x24 V, 2,5 A

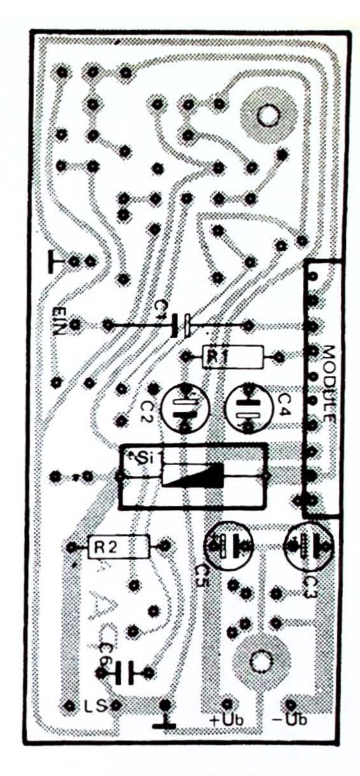


Bild 4. Teilbestückung (ohne Übersteuerungsanzeige).

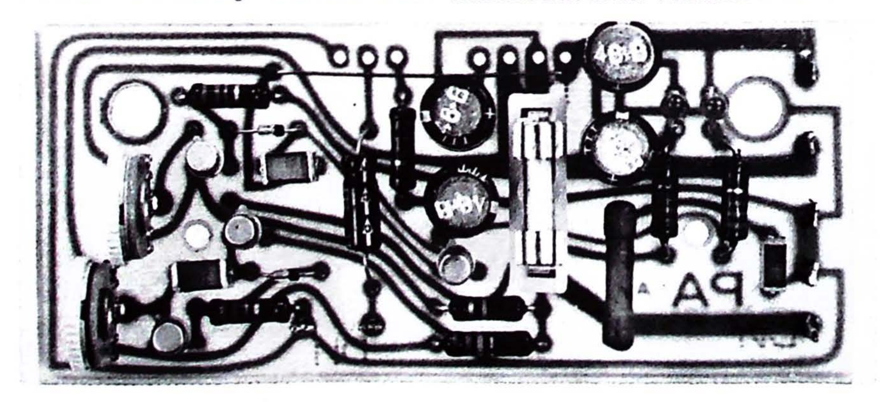
anderen Kondensatoren sind MKM-Typen. Widerstand R2 (4,7 Ohm) ist eine Drahtausführung 1 Watt. Der Glaskörper der LED's soll ein wenig aus den betreffenden Bohrungen der Frontplatte herausragen. Die LED's müssen also recht hochbeinig montiert werden, um genau zu sein: 22 mm bei der hier besprochenen Gesamtkonstruktion. Läßt man die Übersteuerungsanzeige weg, so ergibt sich eine Bestückung wie in Bild 4 angegeben. Man sieht hier, wie einfach der

5

SK14 WA 840 SK34

Bild 5. Drei Kühlprofile. Am besten eignet sich der Typ WA 840.

Verstärker im Grunde genommen ist.
Der letzte Schritt der Bestückung ist die Verbindung von Print und Modul. Zunächst biegt man die 10 Anschlußfahnen des Moduls nach oben um, wie es auf einem der Fotos gut zu sehen ist. Zur mechanischen Verbindung dienen zwei Schrauben M3 x 25 mm. Den Abstand zwischen Modul und Print bestimmen zwei 5 mm lange Abstandsröhrchen. Das Modul befindet sich selbstverständlich auf der Kupferseite des Prints, die Anschlußfahnen müssen etwas in die Bohrungen hineinragen.
Wenn alles paßt, können die Fahnen angelötet werden. An drei Stellen befinden sich keine Lötinseln, die betreffenden Anschlüsse des Moduls werden nicht benötigt.
Betriebsbereit ist der Verstärker in dieser



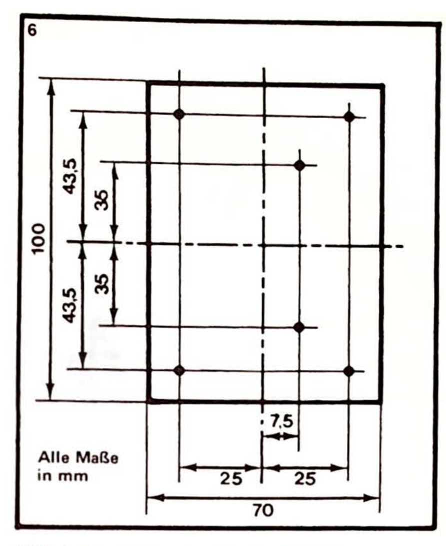


Bild 6. Der Bohrplan für das Kühlelement SK 14. Benutzt wird bei diesem Profil nicht die vorgesehene Montagefläche, sondern eine Seitenfläche. Der Plan ist nicht in wahrer Größe angegeben.

Phase zwar, aber ohne Kühlelement nicht sehr lange, denn der Wärmestau im Modul ist zu groß.
Bild 5 zeigt einige Typen guter Kühlelemente. Am besten geeignet ist wegen seiner Form der Typ WA 840, jedoch stand dieser bei den Entwicklungsarbeiten nicht zur Verfügung. Der Aufbau wurde mit dem Typ SK 14 vorgenommen; die Wärmeableitung ist dabei aber nicht optimal, denn das Modul liegt nicht zwischen den Kühlrippen der vorgesehenen Montagefläche, sondern auf einer Seitenfläche, deren umgebogener Rand zuvor abgesägt wurde. In diese Fläche sind sechs Bohrungen einzubringen, zwei für das Gespann Print/Modul, vier zur Befestigung der Frontplatte. Das Bohrschema für den Typ SK 14 ist in Bild 6 angegeben (Achtung: nicht in wahrer Größe). Aus Bild 6 geht hervor, daß das Kühlelement eine Länge von 10 cm hat.
Bild 7 enthält die Abmessungen und das Bohrschema für die Frontplatte.
Wie alles zusammengehört, zeigt die Zeichnung in Bild 8. Es ist unbedingt erforderlich, die Fläche des Kühlelements, auf der nach dem Zusammenbau das Modul aufliegt, mit Wärmeleitpaste zu bestreichen, die heute jedes Elektronik-Fachgeschäft führt.
Die Muttern, die bis dahin Print und Modul zusammenhielten, müssen nun vorübergehend wieder abgedreht werden und dienen dann zum Befestigen des Moduls auf dem Kühlelement.
Wenn alles richtig sitzt, fluchten zwei der Bohrungen in der Frontplatte mit den beiden großen Bohrungen im Print.

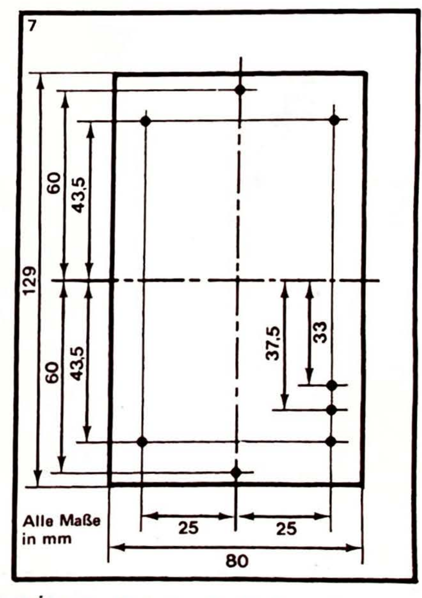


Bild 7. Der Bohrplan für die Frontplatte (ebenfalls nicht in wahrer Größe).

8

Bild 8. Ansicht von oben. Sie zeigt deutlich, wie die Mechanik „zusammenhängt".

)ie Frontplatte wird mit vier M3-Schrauben befestigt; die erforderliche Länge ist 50 mm, so daß man wahrscheinlich mehrere Geschäfte mit einem Besuch beehren muß, bevor man sie hat. Die vier Abstandsröhrchen sind 38 mm lang.

Das Netzteil (Bild 9) ist noch einfacher als das Modul, ist ebenfalls voll symmetrisch

9

Bild 9. Schaltung des Netzteils für ein 50 Watt-Modul.

und besteht aus einem kräftigen Trafo, einem Brückengleichrichter und zwei dicken Elkos.

Der Trafo hat zwei Sekundärwicklungen mit je ca. 24 Volt/2,5 Ampere. Der Brückengleichrichter, Typ B80 C5000/3300, ist in Bild 9 mit seinen vier Einzeldioden dargestellt, in Bild 10 etwa so, wie er von unten aussieht. Die Elkos haben eine maximale Arbeitsspannung von 60 Volt.

EINSTELLUNG DER ÜBERSTEUERUNGS-ANZEIGE

Zur Einstellung der Übersteuerungsanzeige muß die Ausgangsspannung gemessen werden, sie ist ein Maß für die Leistung und hat bei 50 Watt Leistung an einem 4 Ohm-Lautsprecher den Betrag 14,14 Volt. Um diese Spannung einstellen und messen zu können, braucht man keine teueren Laborgeräte, es

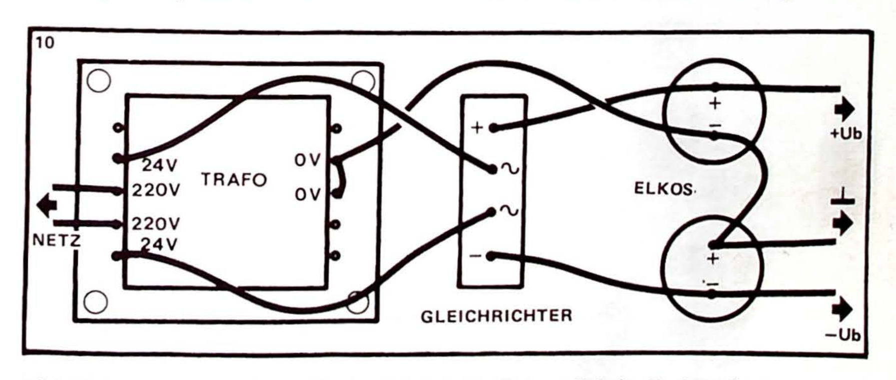


Bild 10. Verdrahtungsschema für das Netzteil. Es gilt bezüglich des Trafos selbstverständlich nur dann, wenn die Wicklungsanschlüsse genau so liegen wie bei dem eingezeichneten Typ.

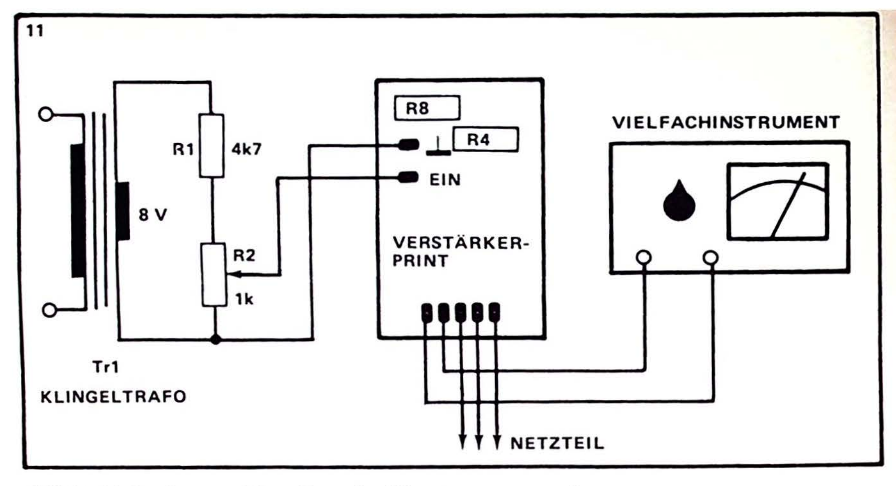
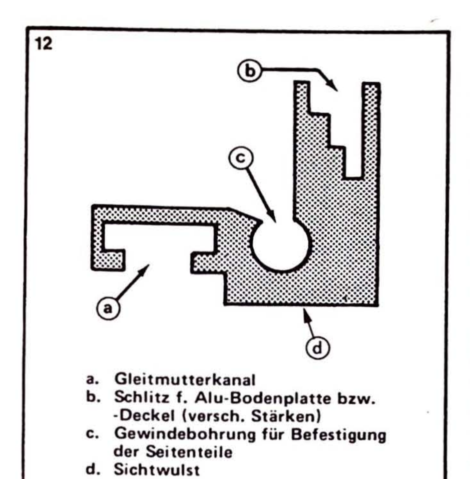


Bild 11. Meßaufbau zur Einstellung der Übersteuerungsanzeige.

genügt ein gewöhnliches Vielfachinstrument mit Wechselspannungsbereich, weiter sind erforderlich: ein Klingeltrafo, ein Poti 1 kOhm und ein Widerstand 4,7 kOhm.
Den Meßaufbau zeigt Bild 11. Die transformierte Netzwechselspannung ist sinusförmig und hat die Frequenz 50 Hz, liegt also im geradlinigen Teil des Verstärker-Frequenzganges. R1 und R2 bilden einen Spannungsteiler, am Poti wird ein Teil der Sekundärspannung des Trafos abgegriffen, sie gelangt auf den Verstärkereingang.
Der Lautsprecher wird nicht angeschlossen, schon mit Rücksicht auf die Nachbarn nicht, denn die Einstellung muß ja bei Vollaussteuerung des Verstärkers vorgenommen werden. Statt des Lautsprechers liegt das Meßgerät am Ausgang, es wird auf den nächsten Wechselspannungsbereich oberhalb von 14 Volt eingestellt.
Mit R2 stellt man die Eingangsspannung so ein, daß das Meßgerät 14,1 oder 14,2 Volt anzeigt, entsprechend einer Ausgangsleistung von 50 Watt.
Anschließend dreht man die Trimmwiderstände R4 und R8 im Modul so, daß die beiden LED's gerade aufleuchten. Bei dieser Prozedur stellt man fest, daß es einen kleinen Bereich gibt, in dem die LED's nicht voll, sondern nur schwach leuchten. Für die spätere Betriebspraxis ist das nicht schlimm, weil die Übersteuerung durch Signalspitzen eintritt, die diesen Bereich schnell „durchfahren".

ZUM GEHÄUSE

Selbstverständlich gibt es keine zwingende Vorschrift für die Gestaltung des Gehäuses. Mit Sicherkeit haben viele Leser Erfahrung in der Bearbeitung von Holz, Alu oder Plexiglas und sind daher in der Lage, ein Gehäuse für die Module selbst zu gestalten und herzustellen.
Andere möchten lieber mit fertigen Gehäusen arbeiten, die meist auch ein industriemäßiges (professionelles) Äußeres haben sollen. Deshalb wurde ein Gehäusekonzept entwickelt, das sicher auch für die Allround-do-it-yourself-ers einige bemerkenswerte Aspekte



a. Gleitmutterkanal
b. Schlitz f. Alu-Bodenplatte bzw. -Deckel (versch. Stärken)
c. Gewindebohrung für Befestigung der Seitenteile
d. Sichtwulst

hat. Um eine Tatsache kommt nämlich niemand herum: Es steht zu Anfang der Modulserie nicht fest, wie breit das Gehäuse sein muß. Weder die Anzahl der Module, noch die Breite der einzelnen Typen läßt sich im derzeitigen Stadium angeben, weil einige Typen sich noch in der Entwicklung befinden und die Serie wahrscheinlich noch um speziellere Schaltungen erweitert wird. Trotzdem brauchen die bereits aufgebauten Module nicht monatelang ihr Dasein in Schuhkartons oder sonstigen Behelfsgehäusen zu fristen. Es gibt nämlich eine sehr saubere, sachdienliche Lösung des Problems: Frontleisten mit Gleitmutterkanal (Bild 12). In der Praxis sieht das so aus: Je eine Leiste bildet die obere und untere Kante der Gehäusefront. Die Länge der Leisten entpricht der Gehäusebreite. Der Sichtwulst der oberen Leiste liegt oben, der der unteren Leiste unten. Der Gleitkanal der oberen Leiste verläuft unterhalb des Wulstes und einige mm nach innen (Richtung Gehäuseinneres) versetzt. Der Kanal der unteren Leiste verläuft oberhalb des Wulstes und ist ebenfalls ins Innere versetzt.
Bei richtigem Höhenabstand der beiden Leisten „fallen" die Frontplatten der Module zwischen den beiden Wulsten hindurch auf die Kanäle. Wenn man vorher die benötigten Gleitmuttern an die richtige Stelle geschoben hat, kann man die Module unmittelbar anschrauben.
Der Vorteil: Man ist in der Anzahl, der Art und der Reihenfolge so frei, wie die elektronischen Gesichtspunkte es zulassen. Ein Austausch von Modulen oder Erweiterungen sind von der mechanischen Seite her kein Problem, das Gehäuse macht bis zur vollen Nutzung der vorgegebenen Breite alles mit. Den nicht benötigten Teil der Front deckt man zunächst blind ab und verkürzt die Platte entsprechend beim weiteren Ausbau. Die bei der vollen Nutzung der Gehäusebreite fast immer entstehende Lücke, in die gerade kein Modul mehr paßt, deckt man entweder rechts und links symmetrisch ab oder versieht ein passendes Blindstück mit zusätzlichen Kontrolleuchten, Schaltern usw. Wenn später die gewählte Gehäusebreite nicht reicht, verteilt man die Module nach funktionellen Gesichtspunkten auf zwei Gehäuse, die man über- oder nebeneinander aufstellt. Die Einteilung kann dann z.B. so vorgenommen werden: Leistungsmodule wie Netzteile(e), Verstärker; klangbeeinflussende Module; oder: normale Wiedergabeausstattung; Spezialeffekte.
Wer sich was Passendes einfallen läßt, kommt natürlich ohne die besprochenen Leisten aus. Mit Leisten hat man die Wahl zwischen Anschaffung eines kompletten Gehäuses und Eigenbau unter Verwendung der Leisten.
In der nächsten Ausgabe werden Einzelheiten über die Abmessungen des Gehäuses und der Frontplatten angegeben.



FET & UJT

In der Beitragsreihe „Wie funktioniert das?", die in Heft 1 den Transistor brachte, folgen hier der FET und der UJT als Spezial-Transistoren. Beide Halbleiterarten haben ein spezifisches Anwendungsgebiet, deshalb wird je eine typische Schaltung erläutert.
Schwierige Formeln und graue Theorie werden so weit wie möglich vermieden.

DER FET

FET ist eine Kurzform von Field Effect Transistor, dieser Begriff ist direkt übersetzbar: Feld-Effekt-Transistor. Der FET ist ein hervorragendes Verstärkerelement, seine typische Kennlinie hat eine starke Ähnlichkeit mit der Röhrenpentode, die demzufolge auch in zahlreichen Schaltungen dem FET weichen mußte.
Bild 1 zeigt das Schaltsymbol. Der FET hat, wie der „gewöhnliche" Transistor, drei Anschlüsse, die alle eine englische Bezeichnung tragen. Anschluß 1 ist das Gate (Tor, Gatter), dies ist die Steuerelektrode. Die zweite Elektrode heißt Drain („Drainage", Ableitung), und die dritte Elektrode heißt Source (Quelle).
Die Funktionsweise des FET in Schaltungen, auf eine Kurzform gebracht: Mit einer Steuerspannung am Gate kann der Widerstand des FET zwischen Drain und Source im Bereich von einigen hundert Ohm bis zu einigen -zig Megohm variiert werden. Dieser Widerstand trägt die Bezeichnung „Kanalwiderstand".

AUFBAU UND KENNWERTE

Bild 2 zeigt symbolisch, wie der FET aufgebaut ist. Er kann, dies ist eine zulässige Vereinfachung, als Diode aufgefaßt werden, dabei ist das Gate die Anode. Die Diode wird als solche aber nie betrieben, sie liegt in der Schaltung immer in Sperrichtung.
Daraus folgt, daß das Gate immer negativ gegen die Source ist, in Bild 2 angedeutet als Spannung Ugs.
Die typische FET-Kennlinie, das ist die Id/Ugs-Charakteristik, gehört zwar sicher zur Theorie, muß aber hier besprochen werden, weil sich die Schaltungsfunktion des FET mit ihrer Hilfe sehr leicht verstehen läßt.
Diese Kennlinie ist in Bild 3 angegeben. Der Drainstrom Id fließt im FET von Drain nach Source, wenn an dieser Strecke eine Spannung Ugs kleiner (negativer) ist als der mit Up bezeichnete und in Bild 3 eingezeichnete Wert.

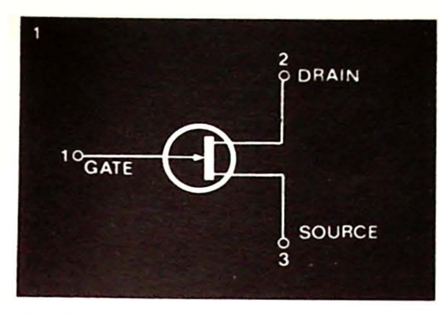


Bild 1. Das Schaltsymbol des Feldeffekt-transistors (FET).

Bei etwas höherer (weniger negativen) Spannung Ugs „macht" der FET ein bißchen „auf". Der Wert Up liegt in der Praxis im Bereich -0,2 Volt...-0,8 Volt. Diese Größe hat man bei der Herstellung von FETs kaum im Griff, deshalb können die Up's von zwei FETs desselben Typs recht unterschiedlich sein. Macht man die Spannung Ugs noch etwas höher, so liegt der „Arbeitspunkt" des Transistors im „krummen" Anlaufgebiet der Kennlinie, dieses Gebiet ist für Verstärkungszwecke unbrauchbar, es wird bei der Gleichspannungseinstellung einer FET-Stufe vermieden.
Oberhalb des krummen Anlaufgebietes steigt der Drainstrom Id linear mit der Gatespannung an, in Bild 3 als linearer Bereich eingezeichnet. In diesem Gebiet, und zwar möglichst genau in seiner Mitte, wird der FET als Verstärker in aller Regel betrieben.

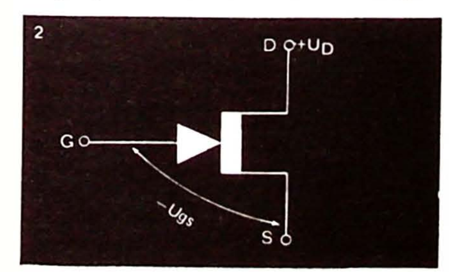


Bild 2. Vereinfachte Darstellung für den inneren Aufbau eines FET.

Wie hoch ist die Verstärkung, wie wird sie ausgedrückt? Wenn man annimmt, daß die Drainspannung bei wechselnder Steuerspannung am Gate konstant bleibt,dann fließt ein zur Gatespannung proportionaler Strom durch den FET. Als Maß für die Verstärkung wurde deshalb in Analogie zur Röhre die Steilheit gewählt. Während bei der Röhre jedoch die Steilheit in Milliampere pro Volt (Anodenstromänderung je Volt Gitterspannungsänderung) gemessen wurde, gibt man die Steilheit eines FETs in Mikro-Mho an. Liest man Mho von hinten nach vorne, so erhält man Ohm. Das Mho kommt durch Umkehrung des Ohm zustande: Statt Spannung geteilt durch Strom gleich Ohm bedeutet Mho: Strom geteilt durch Spannung. Für die Umrechnung zwischen den Maßeinheiten für die Steilheiten gilt:
1 mA/V = 1000 μMho.

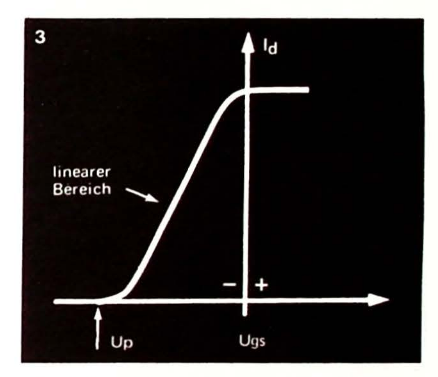


Bild 3. Die Id/Ugs-Kennlinie eines FET. Sie ist für das Verständnis der Funktion des FET in einer Schaltung wichtig.

ANWENDUNGEN

Bild 5 zeigt eine einfache Schaltung, aus der

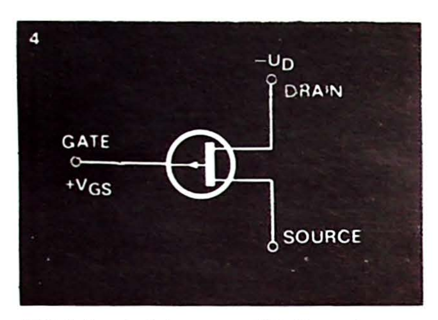


Bild 4. Symbol des zum n-FET komplementären p-FET.

auch leicht ersichtlich ist, wie der FET seine Gleichspannungseinstellung bekommt. Die negative Vorspannung des Gates wird automatisch erzeugt. Das bedarf natürlich einer Erklärung: Das Gate des Transistors liegt über den hochohmigen Widerstand Rg an Masse. Da im Gate kein Strom fließt, hat es also Massepotential. Zunächst sei angenommen, daß auch die Sourceelektrode auf Massepotential liegt. In dieser Situation ist der

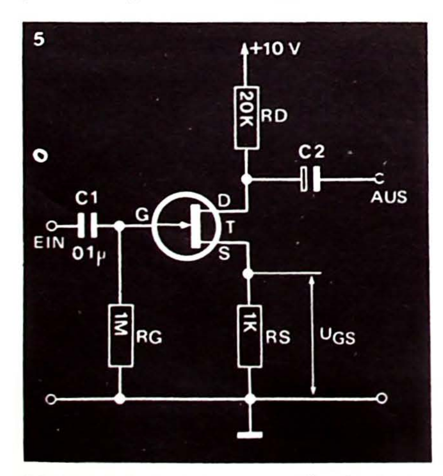


Bild 5. Typische Schaltungsstufe mit FET.

Spannungsunterschied zwischen Gate und Source Null Volt, es ist also keine negative Vorspannung des Gates vorhanden. Die Drain/Source-Strecke ist voll leitend (siehe Kennlinie). Es fließt ein Strom vom Pluspol der Speisespannung über Rd, den FET und Rs nach Masse. Dieser Strom erzeugt an Rs einen Spannungsabfall, die Sourceelektrode hat also nicht mehr Massepotential, sondern eine positive Spannung. Das Gate liegt aber noch auf Masse und ist demzufolge negativ, von der Sourceelektrode aus gesehen. Bei zu starker negativer Vorspannung zwischen Gate und Source würde der FET nun gesperrt. In der Praxis stellt sich ein Gleichgewicht zwischen der (relativ) negativen Gatespannung und dem Drainstrom ein.
Die Stromstärke hängt von verschiedenen Eigenschaften des FET ab, unter anderem von seiner Steilheit. In der Schaltung Bild 5 liegt die Stromstärke bei 200 Mikro-Ampere, am Widerstand Rs steht die Spannung Urs = 0,2 Volt. Da der Strom auch durch Rd fließt, entsteht an Rd ein Spannungsfall von ca. 4 Volt (dieser Widerstand hat den 20fachen Wert, deshalb hat die Spannung auch den 20fachen Betrag).
Die Spannungsverstärkung der Schaltung wird praktisch von dem Verhältnis Rd/Rs bestimmt, sie hat also ebenfalls den Wert 20. Die maximale Eingangsspannung, die verzerrungsfrei verarbeitet werden kann, beträgt in dieser Schaltung ca. 100 Millivolt.
Ein ganz anderer Sondertransistor mit einem spezifischen Anwendungsgebiet ist der

UJT

Auch bei dieser Bezeichnung handelt es sich um die Kurzform eines Begriffes: Uni-Junction-Transistor, was soviel bedeutet wie „Transistor mit (nur) einer Sperrschicht". Das Schaltsymbol zeigt Bild 6. Für das Verständnis der Wirkungsweise ist Bild 7 wichtig, es zeigt ein vereinfachtes Ersatzschaltbild. Es enthält eine Diode (daher die Name Unijunction) und zwei Widerstände. Legt man

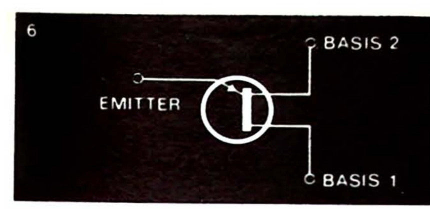


Bild 6. Das gängige Schaltsymbol für den Uni-Junction-Transistor (UJT).

eine Spannung an die beiden Widerstände Rb1 und Rb2, und zwar mit dem negativen Pol an die Elektrode B1, so wirken die beiden Widerstände wie ein Spannungsteiler mit einem Gesamtwiderstand zwischen 5 und 10 Kiloohm. Dies gilt, solange die dritte Elektrode, die hier Emitter heißt, nicht angeschlossen ist. Legt man nun an diese Elektrode eine Spannung, die höher ist als die Spannung am Knotenpunkt Rb1/Rb2/Diode, so tritt der UJT-Effekt ein: Widerstand Rb1 wird Null.

Was man damit in der Praxis anfangen kann, läßt sich am besten anhand der typischen UJT-Schaltung (Bild 8) erläutern. Der Emitter ist mit einem Kondensator verbunden, der nach dem Einschalten der Speisespannung über den Widerstand R1 aufgeladen wird. Sobald die Spannung am Kondensator den Wert der Spannung erreicht, die sich am Knotenpunkt der beiden (inneren) Widerstände eingestellt hat, tritt der Durchbruch ein, der innere Widerstand Rb1 wird Null. Der Kondensator entlädt sich nun über die Strecke E, Rb1 und den 330 Ohm-Widerstand R2. Sobald der Kondensator entladen ist, kann über die genannte Strecke kein Strom mehr fließen, Rb1 nimmt wieder

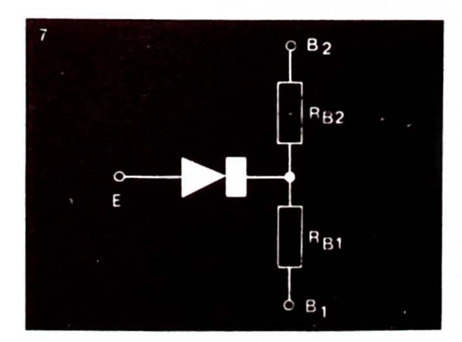


Bild 7. Vereinfachtes Ersatzschaltbild des UJT.

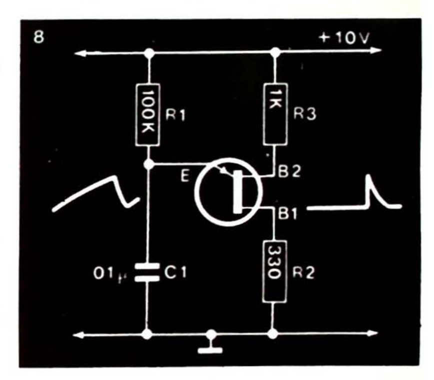
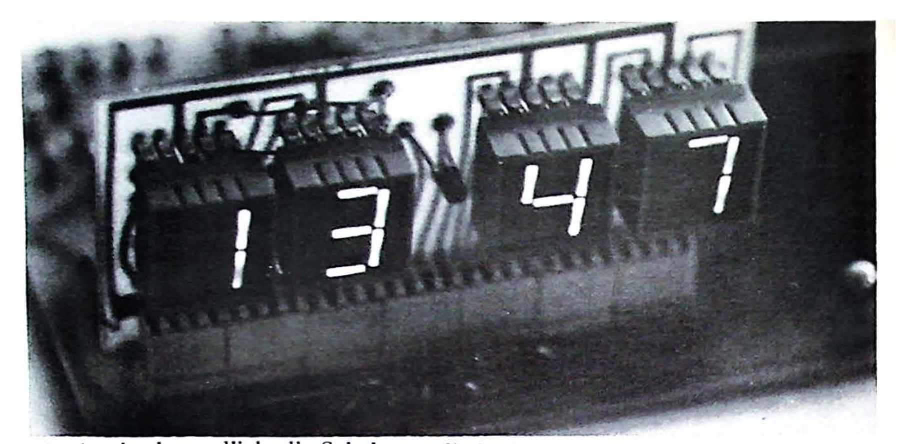


Bild 8. Typische Oszillatorschaltung mit einem UJT.

seinen ursprünglichen Wert ein, der Kondensator wird wieder aufgeladen usw.

Der Widerstand R2 dient lediglich dem Zweck. den Entladestrom zu begrenzen. Über diesem Widerstand entsteht bei der Entladung ein sogenannter Nadelimpuls, der in Bild 8 bei B1 eingezeichnet ist. Die Spannung am Kondensator hat einen sägezahnförmigen Verlauf, der durch die relativ langsame Auf- und die plötzliche Entladung entsteht.

Der Vorteil des UJT ist die Möglichkeit, Oszillatorschaltungen relativ einfach aufbauen zu können. Übrigens findet man UJTs fast ausschließlich in solchen Schaltungen, wie Bild 8 eine zeigt.



Hier ist sie also endlich, die Schaltung, die in der letzten Ausgabe zugunsten einer anderen entfallen ist.
Zunächst etwas zum Titel. Das in dieser Schaltung verwendete IC ist relativ neu und hat von allen Uhren-ICs wahrscheinlich die meisten Möglichkeiten. Wenn man diese Möglichkeiten tatsächlich nutzt, dann ist die Schaltung sicher nicht die einfachste denkbare Ausführung einer Digitaluhr, auch vom Preis her gesehen. Es war auch nicht beabsichtigt, eine möglichst preiswerte Uhr hier vorzustellen, denn es gibt heute eine Menge sehr preiswerter Jedermann-Ausführungen, so daß es für den Freizeitelektroniker interessanter ist, eine Uhr mit speziellen Merkmalen zu bauen.
Zur Zeitdarstellung dienen vier Siebensegment-Ziffernanzeigen, die normalerweise die Stunden und Minuten angeben. Eine Einzel-LED blinkt im Sekundenrhythmus.
Eine genauere Zeitanzeige erhält man beim Umschalten eines Funktionswählers, es werden dann Minuten und Sekunden angegeben.
In Stellung „Alarm" des Funktionsschalters kann man die gewünschte Weckzeit einstellen (auf die Minute). Geweckt wird man wahlweise durch den eingebauten Summer oder ein angeschlossenes Radio. Wer zum Wachwerden mehrfach wachwerden muß, kann die Repetierautomatik für sich arbeiten lassen: Alle 9 Minuten geht der Wecker los und muß jedesmal abgestellt werden; erst nach ca. einer Stunde gibt der Wecker auf.
Schließlich kann die Uhr noch zum Abschalten des Radios nach dem Einschlafen dienen, die Abschaltzeit (nach dem Start) kann zwischen einer Minute und 59 Minuten gewählt werden.
Vor dem Bau muß man sich entscheiden, ob die 12 Stunden-Uhr oder die 24 Stunden-Version vorzuziehen ist. Im allgemeinen wählt man 24 Stunden, dies bedeutet hier aber, daß der Weckton nicht intermittierend ist, also nicht mit stetigen Unterbrechungen wie eine Alarmhupe ertönt, wie bei der 12 Stunden-Version.

Hit 2

- ZIFFERNHÖHE 13 MM
- 12- ODER 24 STUNDEN-ZYKLUS
- WECKEN DURCH SUMMER ODER RADIO
- REPETIERENDES WECKEN
- UMSCHALTBARE ANZEIGE
- AUTOMATISCHER RADIOSTOP



TOTALE UHR

DAS IC

Herz der Schaltung ist das Uhren-IC Typ 3817 D. Es hat 40 (!) Anschlußpins und DIL-Bauform (je 20 Pins liegen also „Dual-In-Line").

Das IC ist in MOS-Technologie hergestellt (Metal Oxyde Semiconductor), die sich für den Aufbau sehr komplexer Schaltungen hervorragend eignet. Mit dieser Technologie ist für den Anwender aber ein Nachteil verbunden: Die Anschlüsse haben einen sehr hohen Widerstand zum Masseanschluß. Die Inne-reien des ICs sind deshalb gegenüber statischen Spannungen besonders gefährdet.

Man darf aus diesem Grund die Anschlüsse nicht berühren. Abhängig von verschiedenen Faktoren kann es nämlich sehr leicht passieren, daß man auf einige 100 oder gar 1000 Volt geladen ist, ohne es zu wissen. Während man in diesem Zustand beim Berühren eines nicht geladenen, metallischen Gegenstandes einen unangenehmen, aber ungefährlichen Schlag bekommt, kann eine solche Entladung einen Eingangstransistor im MOS-IC beschädigen und die ganze komplexe Schaltung wertlos machen.

Noch größer ist die Gefahr für das IC, wenn die Isolation des verwendeten Lötkolbens nicht perfekt ist. Lötet man mit einem solchen Werkzeug an einem der Pins, während ein anderer Anschluß Massekontakt hat, so kann die Spannung, die durch die Isolation zur Lötspitze gelangt, ebenfalls einen Eingangstransistor beschädigen. Äußerste Vorsicht ist also angebracht.

ICs dieser Art werden deshalb in einer speziellen Schaumstoffverpackung aufbewahrt und transportiert, dieses Material verbindet die Pins elektrisch miteinander und verhindert so das Entstehen gefährlicher Spannungsdifferenzen.

Man sollte MOS-ICs deshalb erst dann auspacken, wenn es unvermeidlich geworden ist.

DIE ANSCHLUSSBELEGUNG

Welche Bedeutung die 40 Anschlüsse des ICs haben, wird nicht in der Reihenfolge von 1 bis 40 erläutert, sondern in einer logischen, funktionsgerechten Reihenfolge.

Pin 29. Masseanschluß der gesamten Innenschaltung.

Pin 28. Speisespannung, positiv gegen Masse. Die Spannung darf zwischen +8 und +22 Volt liegen. Ein stabilisiertes Netzteil ist deshalb nicht erforderlich, es genügt eine einfache Gleichrichterschaltung mit Ladekondensator.

Pin 38. Die Spannung an diesem Anschluß bestimmt den Zählzyklus. Legt man diesen Anschluß an die positive Speisespannung, so zählt die Uhr 24 Stunden je Tag, zum Fünfuhrtee zeigt sie also 17.00 Uhr. Liegt Anschluß 38 aber an Masse, so zählt die Uhr 2 x 12 Stunden je Tag und zeigt zur Teestunde auch tatsächlich 5.00 Uhr an, wie es dem normalen Sprachgebrauch entspricht. Die Baubeschreibung läßt beide Ausführungen wahlweise zu.
Pin 36. Die Spannung an diesem Anschluß dient zur Einstellung des IC-internen Frequenzteilers auf die Netzfrequenz (60 oder 50 Hertz). Liegt dieser Anschluß auf Speisespannung, so läuft die Uhr am europäischen 50 Hertz-Netz richtig.
Pin 35. Über diesen Anschluß gelangt das aus dem Netz abgeleitete 50 Hertz-Zeitreferenzsignal auf den Frequenzteiler im IC, der über Pin 36 auf das Verhältnis 1 : 50 eingestellt wird und den Sekundentakt erzeugt.
Pin 37. Dieser Eingang dient zum Ein- oder Ausschalten der Anzeigeelemente. Liegt er auf Speisespannung, so wird die Zeit angezeigt; liegt er auf Massepotential, dann ist die Anzeige abgeschaltet, während die Uhr (sozusagen „intern") weiterläuft.
Pin 23. Anschluß für die Speisespannung der Anzeigeelemente. Man kann zu Recht die Frage stellen, warum hierfür ein eigener Anschluß vorgesehen ist, da doch bereits über Anschluß 28 die Speisespannung anliegt. Bei der Verwendung von LED-Anzeigen wie im vorliegenden Fall ist Pin 23 tatsächlich überflüssig. Der Hersteller war aber bemüht, das IC so universell wie irgend möglich zu gestalten. Mit dem gesonderten Anschluß 23 ist es nun z.B. möglich, auch die modernen, wechselspannungsgespeisten Flüssigkristall-Anzeigen zu verwenden und vom IC aus zu steuern.
Pins 2 bis 22. Diese Anschlüsse bilden die Ausgänge des ICs, sie steuern die Segmente der vier LED-Displays (neudeutsch für „Anzeige"). Einige Segmente, die nur gemeinsam aufleuchten, liegen auch gemeinsam an einem Anschluß (darüber später näheres).
Pins 1 und 40. Wenn man sich für den 12h-Modus entscheidet, kann man trotzdem von der Uhr die Information bekommen, ob es sich um die erste oder die zweite Tageshälfte handelt, zu der die angezeigte Uhrzeit gehört. Nachts und vormittags führt Pin 1 Speisespannung (AM vom lat. ante meridiem), nachmittags und abends Anschluß 40 (PM, post meridiem). Man kann die beiden Anschlüsse mit je einem, in der 12 Stunden-Version unbenutzten Segment des ersten Displays verbinden.
Pin 39. Die Bezeichnung (Bild 1) für diesen Anschluß ist recht aussagekräftig. Die Rechteckspannung an diesem Ausgang kann z.B. zur Steuerung einer LED dienen, die dann im Sekundentakt blinkt.
Pin 33 und 34. Setzeingänge. Legt man Anschluß 34 auf Speisespannung, so wird im IC der Minutenzähler mit 50 Hz gesteuert, die Uhr läuft dann mit einer Geschwindigkeit von fast einer Stunde je Sekunde weiter (Schnellsetzen). Liegt Anschluß 33 auf Speisespannung, so erhält der Minutenzähler 1 Hz-Impulse (langsames Setzen).
Diese beiden Eingänge dienen auch zum Einstellen der Weckzeit und der Schlummerautomatik.
Im Abschnitt „Bedienung" wird dies im einzelnen beschrieben.
Pins 30, 31 und 32. Durch Anlegen der Speisespannung an einen der Anschlüsse kann man wählen, was das Display anzeigen soll. Bleiben alle Anschlüsse offen, so wird die Zeit in Stunden und Minuten angezeigt.
Liegt Pin 32 auf Speisespannung, so zeigt die Uhr Minuten und Sekunden an. Ein Beispiel: Um 11.24.37 zeigt die Uhr normalerweise 11.24 Uhr. Mit +Ub an Pin 32 erscheint die Anzeige: 4.37, das sind die Minuten-Einer links vom Punkt und die Sekunden rechts. Die Minuten-Zehner werden nicht angezeigt, da das erste Display, das normaler-

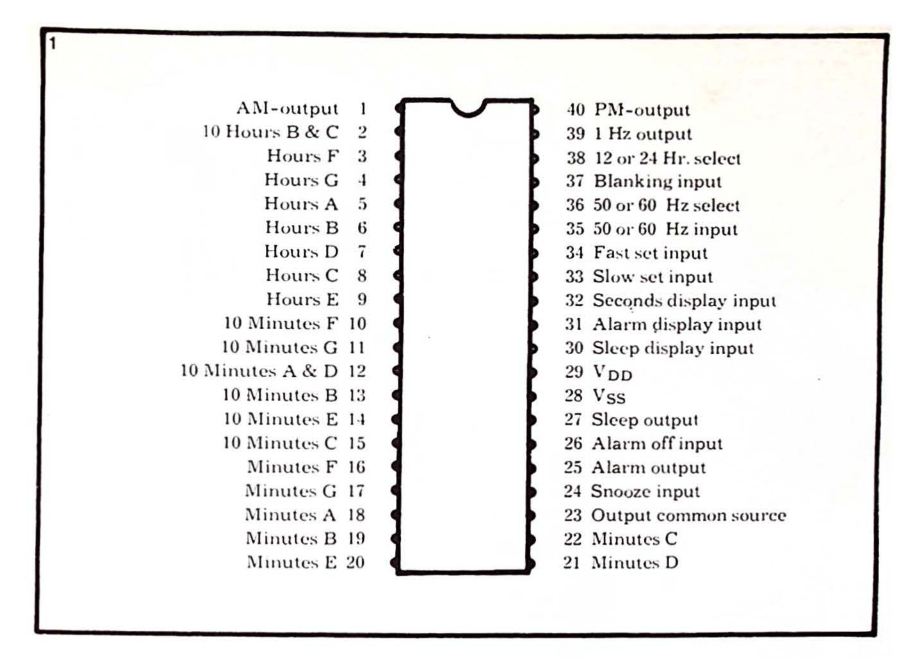


Bild 1. Die Anschlußbelegung des ICs. Die englischen Bezeichnungen dürfen hier ruhig stehen, denn die Bedeutung der Anschlüsse ist im Text ausführlich erläutert.

weise die Stunden-Zehner anzeigt, nicht für die Wiedergabe aller Ziffern eingerichtet ist.
Liegt Pin 31 (alarm display input) auf Speisespannung, so wird die eingestellte Weckzeit in Stunden und Minuten angezeigt. In diesem Betriebszustand kann man die Weckzeit über die Setzeingänge programmieren.
Legt man Pin 30 auf Speisespannung, so erscheint auf den beiden rechten Displays, die normalerweise die Minuten anzeigen, die Zeitspanne bis zum automatischen Abschalten des Radios nach dem Einschlafen (Schlummerautomatik). Angezeigt werden die Minuten, deren Anzahl in diesem Betriebszustand außerdem eingestellt werden kann.
Pin 24. Dieser Eingang hat, je nach Betriebszustand der Uhr, zwei Funktionen. Im Weckerbetrieb schaltet der Wecksummer ab, wenn Pin 24 (z.B. über einen Taster) kurzzeitig mit Speisespannung verbunden wird. Nach 9 Minuten meldet sich der Summer wieder und kann erneut über den Taster quittiert werden. Das Spielchen kann bis zu einer Stunde dauern.
Ist die Schlummerautomatik gerade in Betrieb, so wird durch Anlegen der Speisespannung an Pin 24 der Countdown des Radiostops unterbrochen und das Radio unmittelbar abgeschaltet.
Pin 26. Dieser Eingang ist für Leute gedacht, die es sich gelegentlich erlauben (können), einmal auszuschlafen, diese Entscheidung aber nicht bereits vor dem Einschlafen treffen wollen. Verbindet man diesen Eingang über einen Schalter mit Speisespannung, so

bleibt der Weckruf auf Dauer ausgeschaltet. Der Unterschied zwischen diesem Eingang und dem Eingang Anschluß 24 besteht also darin, daß hier durch Umlegen eines Schalters die Weckfunktion völlig ausgeschaltet wird.

Pin 25. Die Bezeichnung „Alarm output" sagt eigentlich schon alles. Wenn die Uhrzeit die eingestellte Weckzeit erreicht, wird dieser Ausgang positiv, der Alarm- oder Weckkreis wird aktiviert. Legt man in diesem Betriebszustand den Pin 24 an Speisespannung, so wird Anschluß 25 für 9 Minuten Null.

Pin 27. Ausgang der Schlummerautomatik. Nach dem Start dieser Einrichtung bleibt Anschluß 27 für die eingestellte Zeit (bis zu 59 Minuten) positiv und geht nach Ablauf der Zeit auf Null (Massepotential).

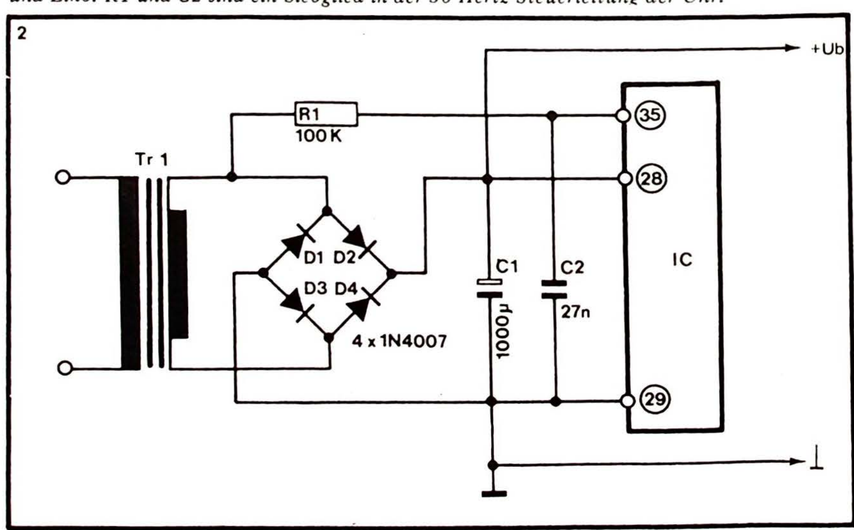
NETZTEIL

Wenn man bei einer netzgesteuerten Digitaluhr von Eingangskreis sprechen darf, dann ist dieser in Bild 2 dargestellt. Es handelt sich um das Netzteil und die Erzeugung der aus der Netzspannung abgeleiteten Steuerfrequenz.

An das Netzteil werden keine besonderen Ansprüche gestellt, es ist besonders einfach ausgeführt. Auf den Printtrafo mit 12 Volt Sekundärspannung folgt ein aus 4 Einzeldioden aufgebauter Zweiweggleichrichter und der Ladeelko C1. Die Speisespannung +Ub führt unmittelbar auf den Anschluß 28 des ICs, dient aber auch zur Versorgung der externen Schaltungsgruppen. Der untere Belag von C1 bildet die gemeinsame Masse von IC und externer Schaltung.

Die 50 Hertz-Zeitreferenzspannung zur Steuerung des IC-internen Frequenzteilers wird unmittelbar an der Sekundärwicklung des Transformators abgenommen. Widerstand R1 und Kondensator C2 bilden ein Tiefpaßfilter, das die der Netzspannung überlagerten, höherfrequenten Störspitzen nach

Bild 2. Das Netzteil der Uhr besteht aus den unverzichtbaren Elementen: Trafo, Gleichrichter und Elko. R1 und C2 sind ein Siebglied in der 50 Hertz-Steuerleitung der Uhr.



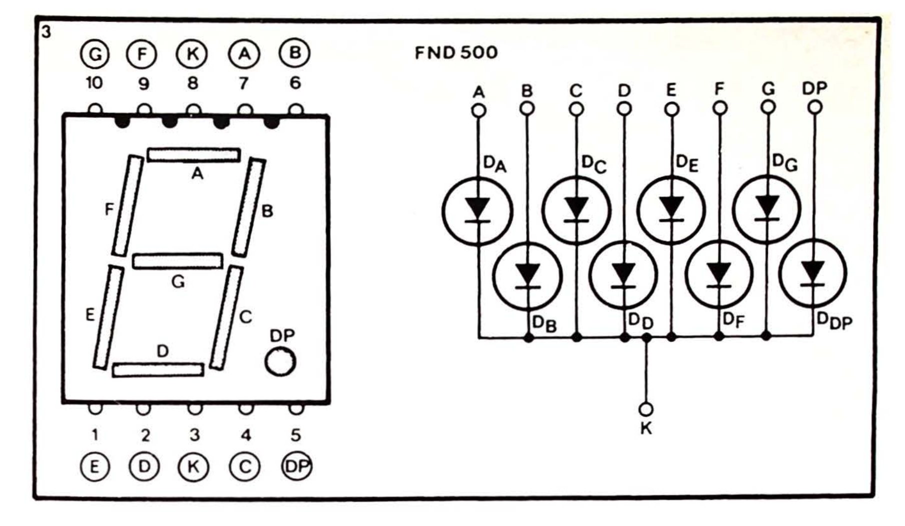


Bild 3. Anschlußbelegung und Innenschaltbild der hier verwendeten Siebensegmentanzeigen FND 500. DP = Dezimalpunkt.

Masse „kurzschließt". R1 schützt gleichzeitig den Eingang 35 gegen sehr hohe Störspitzen im Netz.

DAS ANZEIGESYSTEM

Als Anzeigeelemente finden in dieser Uhr Siebensegment-Displays Verwendung, deren Segmente aus LEDs aufgebaut sind. Diese LEDs können von den IC-Ausgängen unmittelbar gesteuert werden, wenn der je Segment aufgenommene Strom nicht höher als 8 Milliampere ist. Das mag manchem als recht wenig vorkommen, aber um 12.08 Uhr leuchten 21 Segmente, die zusammen 168 Milliampere ziehen. Dieser Wert ist für ein MOS-IC recht hoch.

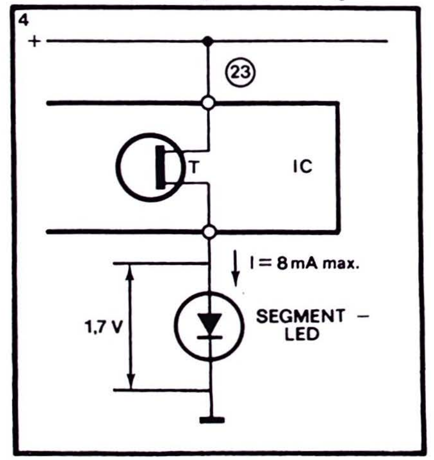
Es hat nicht viel Sinn, das Anzeigesystem vollständig darzustellen, da das Prinzip der Segmentsteuerung für alle Segmente gleich ist und sich immer wiederholt. Mit Ausnahmen: Wie Bild 1 zeigt, liegen die Segmente A und D des Minuten-Zehner-Displays gemeinsam am Anschluß 12 des ICs. Das ist möglich, weil diese Segmente bei allen vorkommenden Ziffern (0 bis 5) immer gemeinsam leuchten oder nicht leuchten. Der Ausgang 12 des ICs kann, abweichend von den anderen Segmentausgängen, 16 Milliampere statt 8 abgeben.

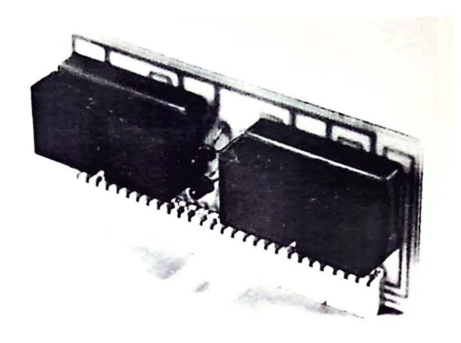
Dasselbe gilt auch für Anschluß 2 des ICs, der die Segmente B und C des Zehner-Stunden-Displays steuert. Im 12 Stunden-Zyklus leuchten die beiden Segmente immer gemeinsam oder sind beide aus. Dies ist für die 24 Stunden-Ausführung ein schwerwiegender Nachteil, denn es sind einschneidende Maßnahmen erforderlich, um ab 20.00 Uhr die Zwei richtig erscheinen zu lassen.

Besondere Erwähnung verdienen der AM- und der PM-Ausgang. Im Prinzip könnte man zwei einzelne, zusätzliche LEDs zur Vormittag- und Nachmittaganzeige vorsehen. Im Display der Zehnerstunden sind aber (in der 12 Stunden-Version) fünf Segmente generell unbenutzt. Zwei davon, nämlich die Segmente

E und F, werden zur AM- und PM-Anzeige verwertet und sind mit den Ausgängen 1 bzw. 40 des ICs verbunden.
Wie funktioniert die Segmentsteuerung? Bild 4 zeigt das Prinzip. Über Anschluß 23 gelangt die für alle Segmente gemeinsame Speisespannung zum IC. Zwischen diesem Eingang und den Segmentausgängen des ICs liegt je ein Schalttransistor; in Bild 4 ist nur ein solcher Transistor und der zugehörige Ausgang dargestellt. Der Transistor erhält seine Schaltbefehle von anderen Funktionsgruppen im IC und verbindet zum richtigen Zeitpunkt den Segmentausgang mit der bei 23 angelegten Speisespannung.
Die in Bild 4 angegebene Schaltung ist aber so nicht zu gebrauchen, denn die LED hat im Leitzustand eine Schwellenspannung von 1,7 Volt und die Spannungsdifferenz zwischen der Speisespannung und der LED-Spannung würde über dem Transistor stehen. Diese Spannung, multipliziert mit dem Strom (8 Milliampere) ergibt eine Leistung, die der MOS-Transistor nicht verarbeiten kann; die zulässige Verlustleistung ist mit 25 Milliwatt angegeben.

Bild 4. Prinzip der Segmentsteuerung.





Den Strom kann man praktisch nicht verringern, denn die Leuchtintensität der LED-Anzeigen nähme in unvertretbar starkem Maße ab. Also muß der Spannungsabfall über dem Transistor irgendwie verringert werden.
Bild 5 zeigt ein brauchbares Verfahren. In Reihe zu dem Segment liegt ein Widerstand, an dem der Segmentstrom die überschüssige Spannung erzeugt. Dies bedeutet für die Gesamtschaltung, daß 24 solcher Widerstände erforderlich sind, für jedes Segment einer.
Eine wesentliche Vereinfachung ist denkbar: Man ersetzt die vielen Widerstände durch einen für alle Segmente gemeinsamen (Bild 6). Nach dem Gesetz von der Erhaltung des Nachteils hat aber auch das Verfahren nach Bild 6 einen: Der Strom, der durch den Widerstand fließt, ist nicht konstant. Er hängt von der Anzahl der eingeschalteten Segmente ab und hat z.B. um 11.11 Uhr einen viel geringeren Wert als um 10.08 Uhr. Die am Widerstand R erzeugte Spannung ist somit nicht konstant, und auf die LED entfällt ein mehr oder weniger großer Anteil der Gesamtspannung. Die Helligkeit der Anzeige ist deshalb bei der Schaltung nach Bild 6 „eine Funktion der Zeit".
Abhilfe bringt die Schaltung in Bild 7. Der Widerstand ist durch eine Reihenschaltung von zwei Zenerdioden (1 Watt-Typen) ersetzt. Bekanntlich ist die Spannung, die ein

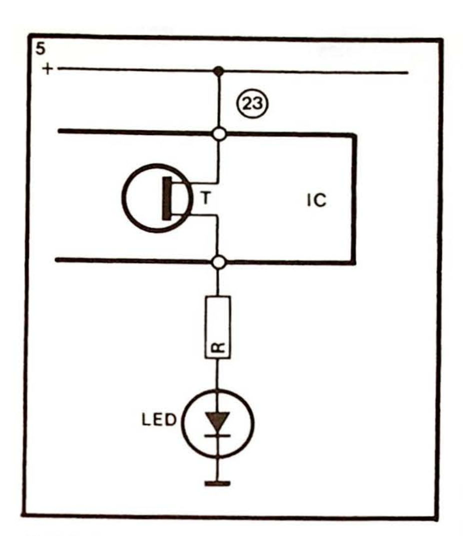


Bild 5. Mit einem Widerstand kann die im MOS-Transistor erzeugte Verlustleistung stark herabgesetzt werden.

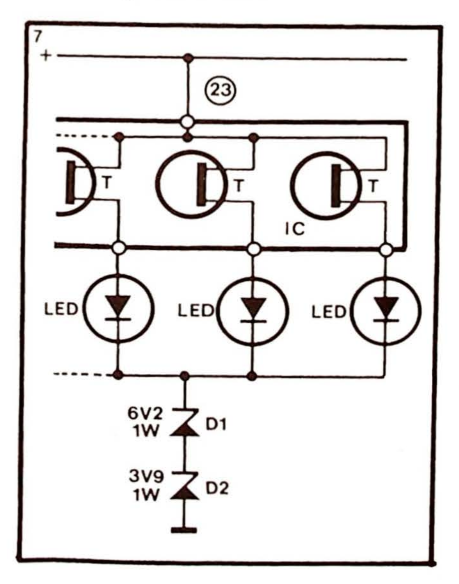
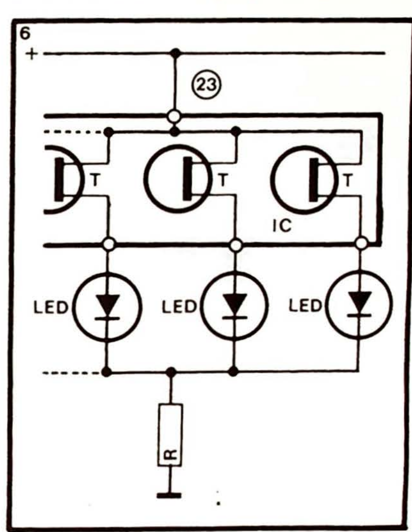


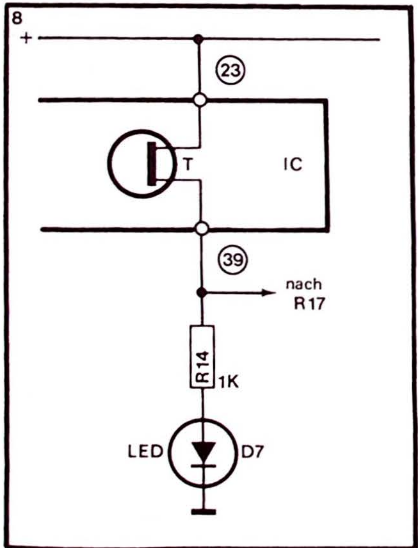
Bild 6. Eine denkbare, aber nicht perfekte Lösung: In der gemeinsamen Kathodenleitung der Segment-LEDs liegt ein Widerstand, an dem die überschüssige Spannung abfällt.



durch die Zenerdiode fließender Strom erzeugt, in weiten Grenzen praktisch unabhängig vom Strom. Die Nennspannung der Zenerdiode in Bild 7 ist so gewählt, daß die zulässige Verlustleistung der Transistoren im IC mit Sicherheit nicht überschritten wird. Unabhängig von diesem System ist die Schaltung der Einzel-LED D7, die im Sekundentakt blinkt. Bild 8 zeigt, daß sie über einen Widerstand am 1 Hertz-Ausgang (39) liegt. Ist die

Bild 7. Diese Lösung des Problems ist ordentlich. Der Widerstand aus Bild 6 ist durch eine Zenerdiode (in der Praxis zwei Dioden, weil die Verlustleistung für eine zu hoch ist) ersetzt worden. Die Spannung über der Reihenschaltung der beiden Z-Dioden ist konstant, so daß auch die LED-Segmente mit konstanter Spannung arbeiten, unabhängig davon, wieviel gerade leuchten.

Bild 8. Vom Ausgang 39 des ICs wird nicht nur die Sekunden-LED gesteuert, sondern auch der intermittierende Summer.



LED eingeschaltet, so liegt am Anschluß 39 die volle Speisespannung. Die 1 Hz-Spannung an 39 dient außerdem zur intermittierenden Steuerung des Summers im Wecksystem.

DIE BEDIENUNG

Aufgrund der zahlreichen Funktionen der Uhr ist es gar nicht so einfach, die Schalter und Taster richtig zu bedienen. Bild 9 zeigt eine Übersicht.

Die Anschlüsse 36 und 37 liegen konstant auf Speisespannung. Damit ist die Uhr auf des europäische 50 Hertz-Netz eingestellt und die Anzeige ist ständig eingeschaltet. Bei allen anderen Eingängen fällt auf, daß sie über einen Widerstand an Masse liegen. Laut Herstellerangaben sind diese Widerstände nicht erforderlich, denn im IC liegen die Eingänge bereits über hochohmige Widerstände an Masse. Bei der Entwicklung im Labor hat sich aber gezeigt, daß die Eingänge ohne besondere Maßnahmen brummempfindlich sind. Mit den externen 100 kOhm-Widerständen ist dieser Nachteil beseitigt. Die Taster S1 und S2 verbinden die Setzein-

gänge mit der Speisespannung, sie dienen zum schnellen und langsamen Setzen der Uhr. S3 ist der „Reset"-Taster. Mit ihm wird der Wecker abgestellt, er dient aber auch zum Abschalten des Radios, wenn der Einschlummer-Countdown vorzeitig abgebrochen werden soll.

Mit S4 kann man die Weckeinrichtung vollständig und auf Dauer abstellen.

Er ist insofern „gefährlich", als man nach einem Wochenende des Ausschlafens allzu leicht vergißt, für den Montagmorgen den Wecker wieder zu aktivieren. Mit der LED wird der Schalter S4 entschärft. Wenn Eingang 26 Speisespannung erhält, ist zwar der Wecker außer Betrieb, aber auch die LED erhält Spannung und leuchtet zur Warnung auf.

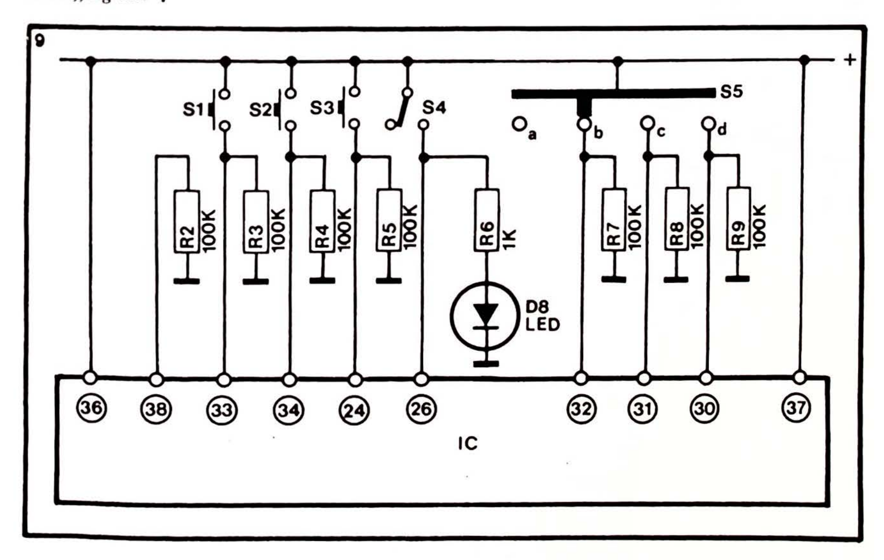
S5 ist der Funktionswähler des Anzeigesystems. In Stellung a dieses Schalters liegen die Eingänge 30, 31 und 32 über Widerstände an Masse; in dieser Situation zeigt die Uhr die Zeit in Stunden und Minuten an. In Schalterstellung b erscheint die Zeit „verschoben": Die Displays zeigen nun die Minuten und Sekunden an. In Schalterstellung c wird die Weckzeit angezeigt, man kann in dieser Schalterstellung mit S1 und S2 die Zeit einstellen. In Schalterstellung d zeigen die beiden Displays rechts die Zeit bis zum automatischen Abschalten des Radios (in Minuten). Ebenfalls ist diese Zeit in Schalterstellung d einstellbar.

DIE AUSGÄNGE

Bild 10 zeigt die Beschaltung der IC-Ausgänge. An den Ausgängen Sleep Output (27) und Alarm Output (29) liegt je ein Spannungsteiler (R10/R11 und R12/R13).

Die hier gegebene Schaltung ermöglicht so-

Bild 9. Die Bedienungselemente der Uhr, das sind Taster und Schalter, mit denen die Steuereingänge der Uhr auf Speisespannung gelegt werden. Die im IC enthaltene Logik „versteht" diese „Signale".



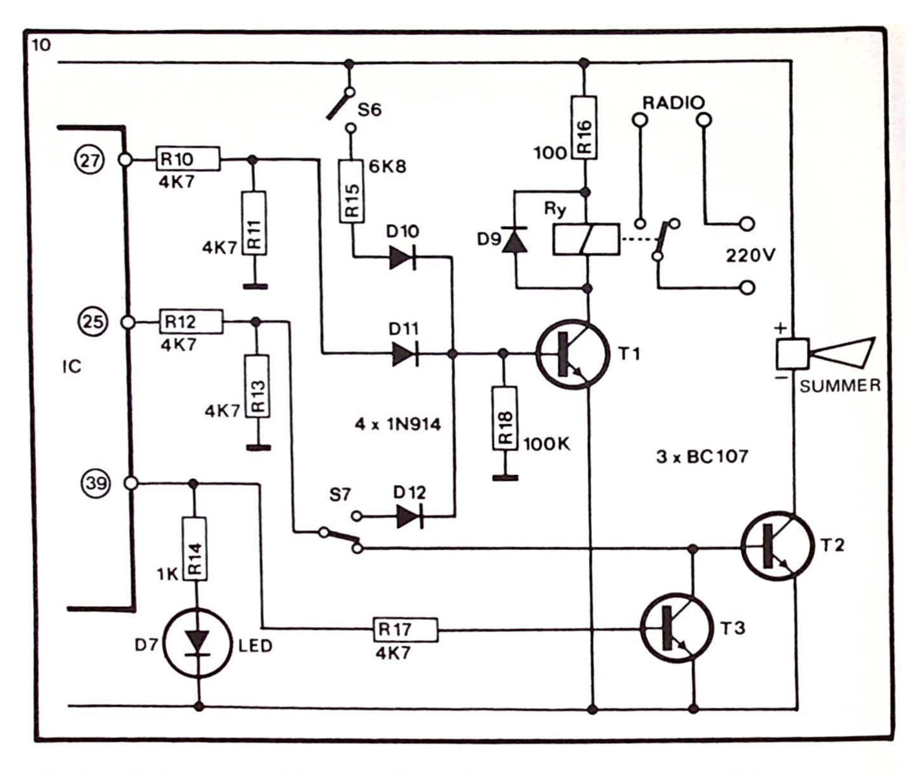


Bild 10. Die Ausgangsbeschaltung des ICs für die Weckeinrichtung und die Schlummerautomatik.

wohl „Radiowecken" als auch „Alarmwecken". Zur Umschaltung zwischen den beiden Arten dient S7. In der eingezeichneten Schalterstellung steuert die positive Spannung am Ausgang 25 den Transistor T2 voll auf. In der Kollektorleitung liegt der Summer, er spricht an.
Es gilt als allgemein bekannt, daß akustische Alarmgeber in ihrer Wirkung gesteigert werden können, wenn der Alarmton intermittierend, also regelmäßig unterbrochen ist. Dies ist hier berücksichtigt, indem vom 1 Hertz-Ausgang her über Widerstand R17 der Transistor T3 im Sekundentakt geschaltet wird. In den Phasen, in denen T3 sperrt, ist T2 voll durchgesteuert und der Summer erhält Spannung. Leitet dagegen T3, so schließt er die Basis-Emitter-Strecke von T2 kurz, T2 wird nicht mehr gesteuert und der Summer schweigt. Der Wechsel zwischen beiden Zuständen erfolgt mit der Frequenz 1 Hertz.
Zum Einschalten des Radios dient das Relais Ry. Es hat eine Nennspannung von 4,5 Volt, deshalb ist Widerstand R16 erforderlich. Das Relais kann auf drei verschiedene Arten gesteuert werden.
Wenn Schalter S6 geschlossen wird, geht

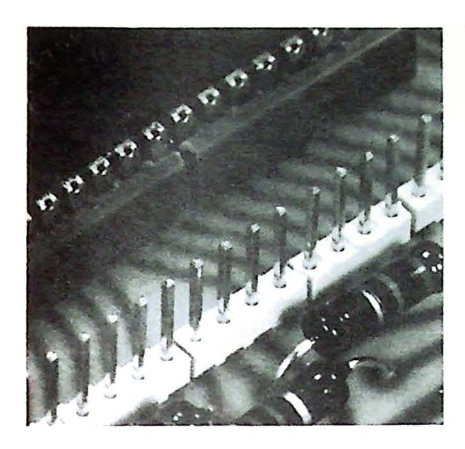
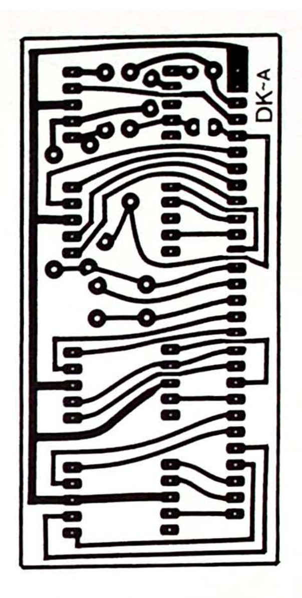


Bild 11. Der Displayprint ist in seinen Abmessungen recht bescheiden.



Transistor T1 in den Leitzustand, das Relais zieht an.

Wenn S7 umgeschaltet wird, steuert der Ausgang 25 zur Weckzeit über den Widerstand R12 den Transistor T1 in den Leitzustand, das Relais zieht an.

Will man mit Musik einschlafen, so benutzt man das Signal am Ausgang 27 zur Steuerung des Relais. Für die eingestellte Einschlummerzeit ist dieser Ausgang positiv, er steuert über R10 den Transistor auf, so daß das Relais anzieht und das Radio „spielt", bis nach Ablauf der Zeit der Ausgang wieder Null wird.

Die Dioden D10 bis D12 verhindern, daß positive Spannung von einem Ausgang oder von +Ub zu einem Ausgang gelangt, der auf Masse liegt. So sind die drei „Spannungsquellen" +Ub, Ausgang 27 und Ausgang 25 immer voneinander getrennt, unabhängig davon, ob der Anschluß auf Speisespannung oder Null liegt, denn es liegt immer eine Diode in Sperrichtung.

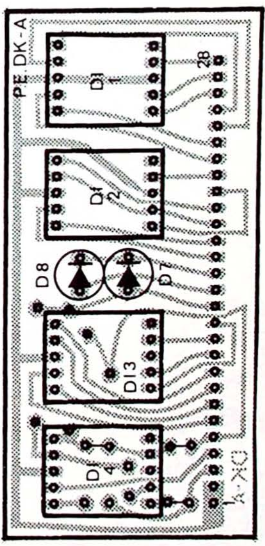


Bild 12. Bestückung des Displayprints für die 12 Stunden-Uhr.

Der Relaiskontakt schaltet die Netzspannung des Radios, liegt also auf 220 Volt und darf im Betrieb nicht berührt werden!

AUFBAUHINWEISE

Beim Entwurf der Schaltung, insbesondere des Prints, war es das Bestreben, möglichst alle Bauelemente auf dem Print unterzubringen. Da aber die vielen Schalter bzw. Taster zuviel Platz beanspruchen würden und deshalb nicht auf den Print kommen, ist einiges an Verdrahtungsarbeit zu verrichten.

Der Print besteht aus zwei Teilen, dem kleinen für die Anzeige und dem Hauptprint. Die Bestückung ist in beiden Fällen unterschiedlich für die 12 Stunden- und 24 Stunden-Version.

Zunächst wird die 12 Stunden-Ausführung besprochen. Die für die 24 Stunden-Version erforderlichen Änderungen schließen sich in einem gesonderten Kapitel an.

Die beiden Prints werden durch kurze Drahtstücke miteinander verbunden. Diese Drahtstücke lötet man zunächst an den Display-Print und steckt diesen dann auf den großen.

Es ist selbstverständlich, daß das Anlöten dieser Drähte, wie überhaupt alle Lötarbeiten, sehr sorgfältig geschehen muß. Es ist unbedingt ein Lötkolben mit sehr feiner Spitze erforderlich, sonst passiert es sehr leicht, daß sich Zinnbrücken zwischen zwei Kupferinseln bilden.

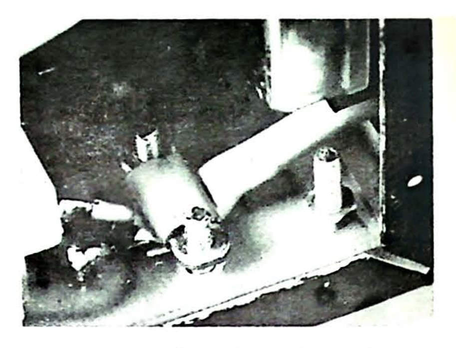
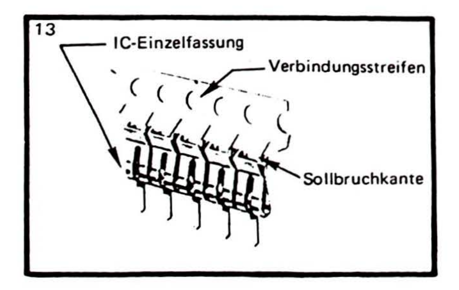


Bild 13. IC-Fassung, Marke Eigenbau. Über Anwendung und Handhabung ist im Text näheres angegeben.



Es empfiehlt sich nachdrücklich, die vier Anzeigeelemente nicht unmittelbar in den Print einzulöten, sondern sie auf passende Fassungen zu setzen. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten. Man kann entweder die Einzel-Klemmfassungen verwenden, die es als „Meterware" (siehe weiter unten) gibt, oder Fassungen für 24 Pin-DIL-ICs mit einem Abstand von 15 Millimetern zwischen den beiden Reihen der Fassung. In eine solche Fassung passen gerade zwei Displays, allerdings werden die beiden mittleren Kontakte jeder Reihe nicht benutzt. Man kann sie mit einer Zange relativ leicht nach unten herausziehen.

Wenn die Fassungen und die drei kurzen Drahtbrücken eingelötet sind, kommen die beiden LEDs an die Reihe. Da man durch vorübergehendes Einstecken eines Anzeigeelementes die Bauhöhe feststellen kann, ist es leicht, den richtigen Abstand zwischen LED-Körper und Print festzulegen.

Die verwendeten Displays vom Typ FND 500 weisen an einer Schmalseite vier Nuten auf, sie kennzeichnen die Oberseite.

Die Bestückung (Bild 15) des Hauptprints beginnt man zweckmäßig mit den Drahtbrücken und den Lötösen für die Verbindungen zu den Schaltern an der hinteren

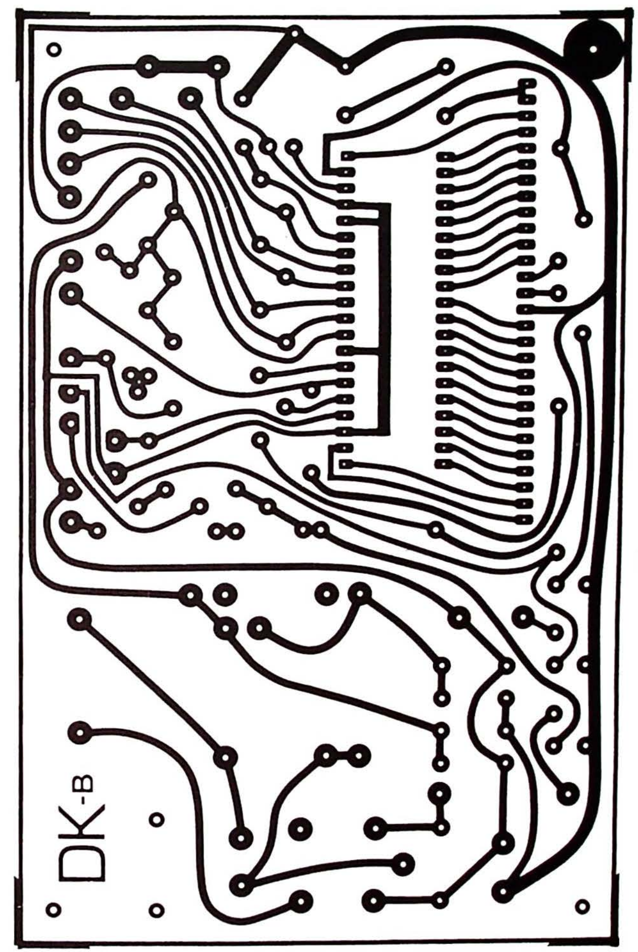


Bild 14. Das Layout des Hauptprints.

Seite des Prints. Dann bereitet man die Fassung für das IC vor. Es ist nämlich strengstens untersagt, das IC direkt in den Print einzulöten!
Der Grund wurde bereits erwähnt: Das IC wird in MOS-Technologie hergetellt, es ist sehr empfindlich gegenüber statischen Spannungen und schlecht isolierten Lötkolben.
Eine IC-Fassung ist deshalb sehr zweckmäßig, allerdings ist es nicht leicht, eine passende

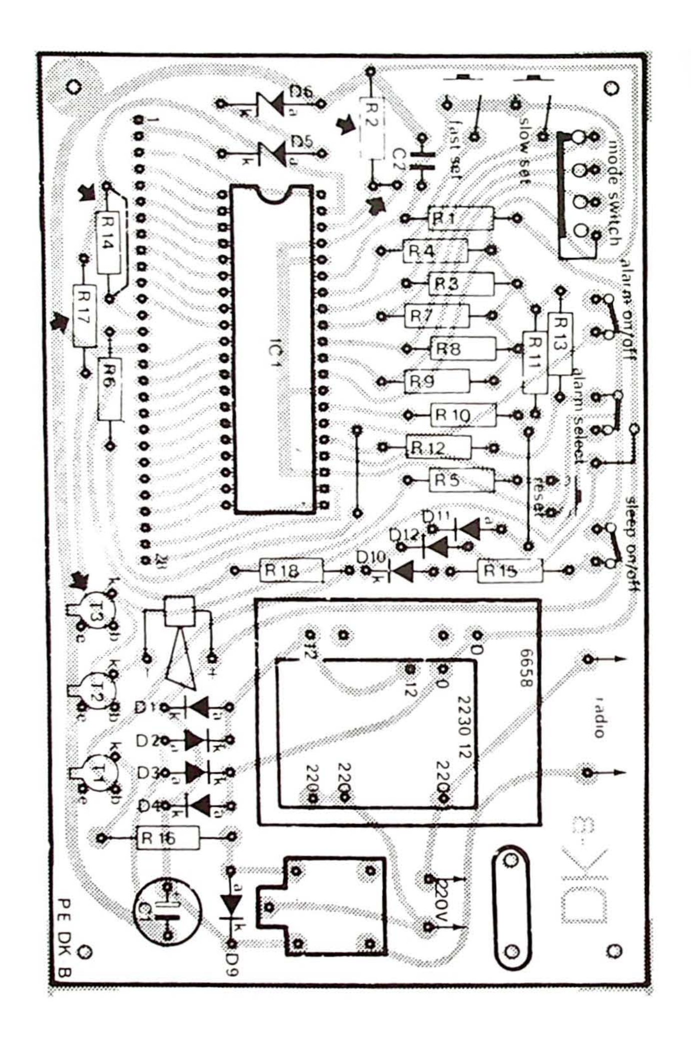
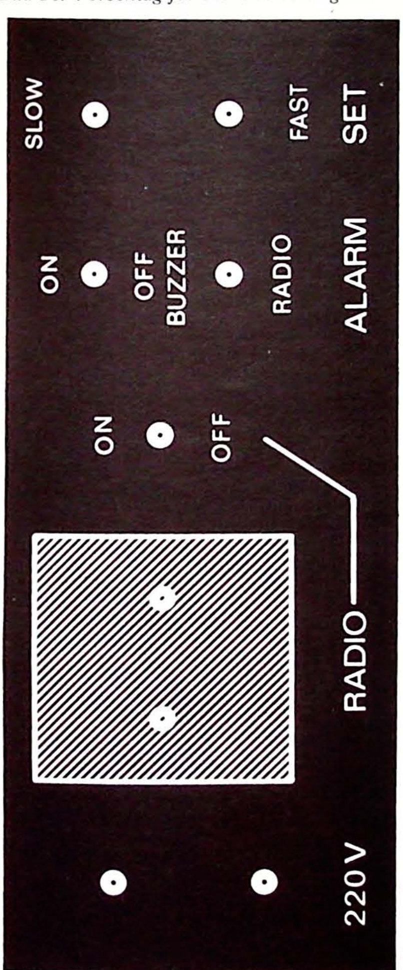
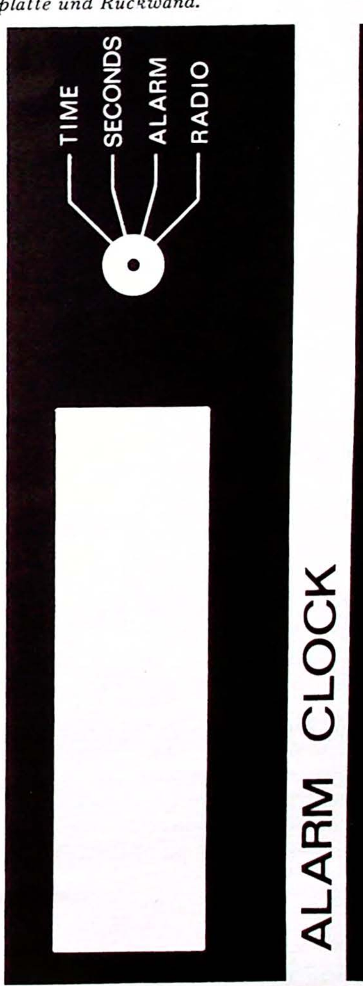


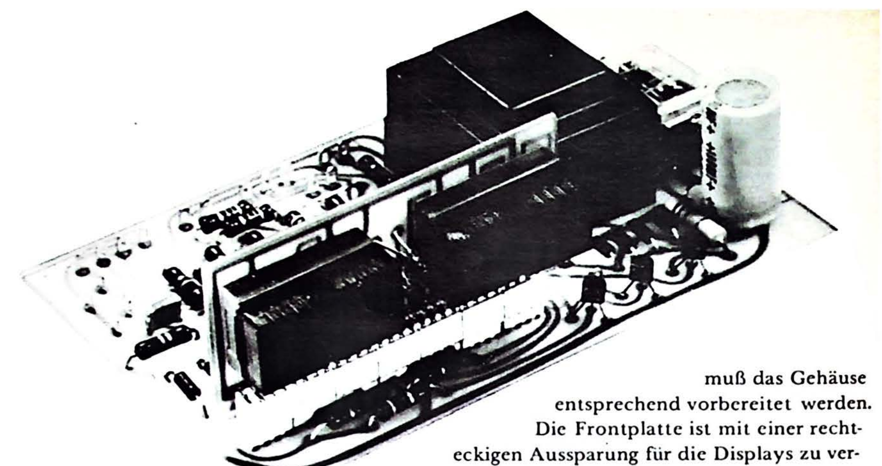
Bild 15. Bestückung des Hauptprints für die 12 und 24 Stunden-Version. Die Unterschiede in der Bestückung sind im Text angegeben. Der Print enthält zwei Bohrungen in der Nähe des Netztrafos, sie dienen zum Befestigen einer Lasche für die Zugentlastung des Netzkabels.

Ausführung mit 40 Kontakten irgendwo aufzutreiben. Eine Alternative stellen die „Selbstbaufassungen" dar, die in gut sortierten Geschäften vorrätig sind. Die Kontakte befinden sich auf einem Streifen, der sie miteinander verbindet. Für das IC werden zwei Streifen zu je 20 Kontakten benötigt. Bild 13 zeigt die Beschaffenheit solcher Streifen. Die auf Länge gebrachten Stücke lötet man zunächst ein, der Verbindungs-

Bild 16. Vorschlag für die Gestaltung von Frontplatte und Rückwand.







streifen wird noch nicht abgebrochen, sondern erst nach dem Einsetzen des ICs (das kommt ganz am Schluß). Wichtig ist, daß sich die Verbindungsstreifen außen befinden.

Nun können die übrigen Bauteile montiert werden. Der Trafo ist eine Printausführung mit einer Sekundärspannung von 12 Volt. Das Relais, eine ausgesprochene Miniaturausführung, ist nicht vollständig gekapselt. Man darf es deshalb im Betrieb der Uhr nicht anfassen (220 Volt).

In der 12 Stunden-Version entfallen zwei der in Bild 15 eingezeichneten Drahtbrücken: die kurze bei R2 und die parallel zu R14 eingezeichnete längere Brücke.

Sind alle Bauelemente eingelötet, dann werden die beiden Prints verbunden. Man steckt die Drahtenden des Display-Prints durch die Bohrungen im Hauptprint und verlötet sie. Eine besondere mechanische Befestigung des kleinen Prints ist nicht erforderlich, da keine Kräfte auf ihn einwirken und die vielen Drahtverbindungen genug Halt geben.

EINBAU

Bevor man mit dem Einbau beginnen kann, muß das Gehäuse entsprechend vorbereitet werden.

Die Frontplatte ist mit einer rechteckigen Aussparung für die Displays zu versehen. Die beiden LEDs befinden sich innerhalb dieser Aussparung zwischen den beiden mittleren Displays, für sie sind also keine zusätzlichen Bohrungen erforderlich.

Wie Bild 16 zeigt, ist lediglich noch eine Öffnung für die Achse des Funktionsschalters vorzusehen. S5 ist ein Miniatur-Stufenschalter mit vier Stellungen.

Bild 16 zeigt ebenfalls die in der rückseitigen Gehäusewand erforderlichen Bohrungen. Ganz rechts befinden sich die beiden Setz-Taster. Links daneben liegen zwei Schalter. Der obere dient zum Ein- und Ausschalten der Weckeinrichtung. Mit dem unteren kann man zwischen Radiowecken und Summerwecken wählen (Buzzer = Summer). Etwa in der Mitte befindet sich der Radioschalter, S6 in Bild 10. Die drei Schalter sind Miniaturausführungen, die allerdings nicht gerade billig sind.

Durch die untere der beiden Öffnungen ganz links wird das Netzkabel der Uhr ins Innere geleitet. Die obere dient zum Befestigen des Summers, jedoch hängt es von der zur Verfügung stehenden Summerausführung ab, ob diese Stelle zur Befestigung geeignet ist.

Der Hauptprint mit dem Relais ist so ausgeführt, daß das Radio von der Uhr aus mit Netzspannung versorgt wird. Das bedeutet aber nicht, daß das Netzkabel des Radios



STÜCKLISTE 12 h – VERSION

WIDERSTÄNDE:

R1 = 100 k-Ohm, 1/4 Watt
R2 = 100 k-Ohm, 1/4Watt
R3 = 100 k-Ohm, 1/4 Watt
R4 = 100 k-Ohm, 1/4 Watt
R5 = 100 k-Ohm, 1/4 Watt
R6 = 1 k-Ohm, 1/4 Watt
R7 = 100 k-Ohm, 1/4 Watt
R8 = 100 k-Ohm, 1/4 Watt
R9 = 100 k-Ohm, 1/4 Watt
R10 = 4,7 k-Ohm, 1/4 Watt
R11 = 4,7 k-Ohm, 1/4 Watt
R12 = 4,7 k-Ohm, 1/4 Watt
R13 = 4,7 k-Ohm, 1/4 Watt
R14 = 1 k-Ohm, 1/4 Watt
R15 = 6,8 k-Ohm, 1/4 Watt
R16 = 100 Ohm, 1 Watt
R17 = 4,7 k-Ohm, 1/4 Watt
R18 = 100 k-Ohm, 1/4 Watt

KONDENSATOREN:

C1 = 1000 µF, 16 V, stehende Montage
C2 = 27 nF, Siemens MKM

HALBLEITER:

T1 = BC 107
T2 = BC 107
T3 = BC 107
D1 = 1 N 4007
D2 = 1 N 4007
D3 = 1 N 4007
D4 = 1 N 4007
D5 = 6,2 Volt, 1 Watt
D6 = 3,9 Volt, 1 Watt
D7 = LED
(D5, D6 = Z-Dioden)

D8 = LED
D9 = 1 N 914
D10 = 1 N 914
D11 = 1 N 914
D12 = 1 N 914
IC1 = 3817 D
DI1 = FND 500
DI2 = FND 500
DI3 = FND 500
DI4 = FND 500

SONSTIGES:

Trafo 12 V/250 mA
Relais, MR 1 x UM, 4,5 V
Summer, 12 V (Kleinstausführung)
3 x Miniaturtaster
3 x Miniaturschalter, je 1 x UM
1 x Miniatur-Stufenschalter, 4 Stellungen, 1Ebene
Lötösen

BESTÜCKUNG 24 h - VERSION SIEHE TEXT

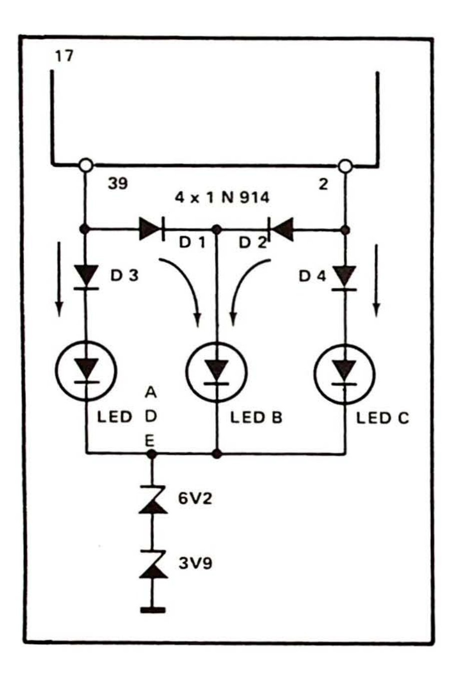


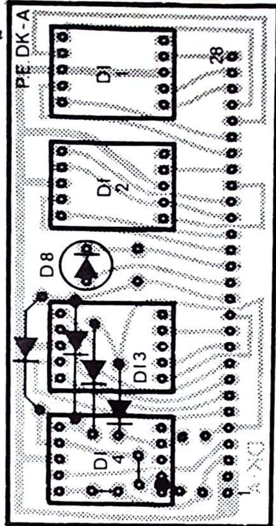
Bild 17. Ein ODER-Gatter mit Dioden. Es ist für die richtige Segmentsteuerung des ersten Displays in der 24 Stunden-Uhr erforderlich. Das LED-Segment links im Bild steht hier ersatzweise für die drei parallelgeschalteten Segmente A, D und E.

ebenfalls ins Innere der Uhr geführt und dort angelötet werden muß. Am zweckmäßigsten ist eine Netzdose in der Rückwand der Uhr, in die der Radiostecker gestöpselt wird. Allerdings ist eine solche praxisgerechte Konstruktion nicht leicht zu realisieren, weil sich hinter dem noch nicht mit Schaltern belegten Teil der Rückwand der Netztrafo befindet, der die zur Verfügung stehende Einbautiefe stark reduziert. Wenn die Schalter an diese Stelle passen, können Dose und Schalter die Plätze tauschen. Die Lösung, die man schließlich wählt, hängt somit von den Abmessungen der Bauteile ab.
Wie bei jedem zünftigen Wecker, so befindet sich auch bei diesem Gerät der Abstellknopf obendrauf, damit man nicht, noch schlaftrunken, lange suchen muß. Wer dies als Geschmacksverirrung der sonst progressiven Entwicklungsabteilung betrachtet, kann selbstverständlich seine eigenen Vorstellungen verwirklichen.
Im Gehäuseboden sind vier Bohrungen für die Befestigung des Hauptprints anzubringen. Die Elektronik kann nun ins Gehäuse kommen und befestigt werden. Die Verdrahtung der Schalter und Taster ist aus Bild 15 zu ersehen. Wenn alles angeschlossen ist, sollte man die gesamte Verdrahtung nochmals sorgfältig kontrollieren. Jetzt erst wird das IC eingesetzt. Bevor man es richtig in die Fassung drückt, ist zu kontrollieren, ob alle Pins in ihrem Kontakt stecken. Zuletzt biegt man die Verbindungsstreifen der Selbstbaufassung nach außen, sie brechen dabei ab.

INBETRIEBNAHME

Die Bedienung der Uhr ist nicht ganz einfach, deshalb wird hier die logische Reihenfolge kurz angegeben.
Zunächst bringt man den Funktionsschalter für die Anzeige in Stellung „Time". Beim Einstecken des Netzsteckers zeigen die Displays irgendeine Zeit an, außerdem blinkt eines der Segmente für Vor- oder Nachmittag. Dieses Blinken ist immer, also auch im späteren Betrieb, ein Zeichen dafür, daß die Netzspannung eine Zeitlang nicht vorhanden war. Im Betrieb ist dies eine sehr nützliche Einrichtung, sie zeigt nämlich an, daß die Uhr falsch läuft.
Die Uhr wird nun gesetzt, zunächst schnell, dann langsam. Will man auf die Sekunde genau einstellen, dann kommt der Funktionsschalter vorübergehend in Stellung „Seconds" Betätigt man in dieser Stellung den Schnellsetz-Taster, so springt die Sekundenanzeige auf Null. Beim Betätigen des Tasters „slow

Bild 18. Der Bestückungsplan für den Displayprint der 24 Stunden-Uhr.



set" stoppt die Uhr, sie läuft beim Loslassen weiter.
Drückt man in dieser Stellung die beiden Taster gleichzeitig, so springt die Anzeige auf Mitternacht.
In Stellung „Alarm" stellt man die Weckzeit ein; das Verfahren ist dasselbe wie beim Einstellen der Uhrzeit. Danach kommt der Schalter in Normalstellung „Time". Will man tatsächlich geweckt werden, dann muß der Schalter „Alarm" natürlich „On" sein. Mit dem Umschalter stellt man Radio- oder Summerwecken ein. Die Netzverbindung des Radios muß selbstverständlich über die Uhr geschleift sein.
Der Summer oder das Radio werden wie ein Wecker durch Drücken des Abstellknopfes ausgeschaltet. Nach neun Minuten geht es aber wieder los; man kann die Mimik für 24 Stunden abschalten durch kurzes Umlegen des Alarmschalters.
Zum Wochenende bringt man den Alarmschalter im allgemeinen in „Aus"-Stellung. Die LED zeigt diesen Zustand an.
In Stellung „Radio" des Funktionsschalters kann mit den beiden Setztastern die Einschlummerzeit eingestellt werden (max. 59 Minuten). Das Radio erhält Netzspannung, sobald der Funktionsschalter in die Normalstellung (Time) zurückgebracht wird. Nach Ablauf der eingestellten Zeit schaltet das Radio ab.
In allen besprochenen Betriebszuständen mit Radio steht der Schalter „Radio" auf der Rückseite in Ausstellung. Zum Einschalten des Radios, wenn es unabhängig von irgendwelchen Uhrenfunktionen laufen soll, legt man diesen Schalter um.

DIE 24 STUNDEN - AUSFÜHRUNG

Daß das Interesse an einer 24 Stunden-Uhr größer ist als an der 12 Stunden-Version, hat der Hersteller des ICs offenbar nicht erwartet, sonst hätte er das IC so ausgeführt, daß mit einfachen Mitteln beide Versionen aufgebaut werden können. Die intermittierende Steuerung des Summers ist nicht mehr möglich, ebenfalls muß die Sekunden-LED entfallen, da am Ausgang 39 das 1 Hertz-Signal in der 24 Stunden-Version nicht mehr erscheint.
Die Eingriffe, die auf dem Hauptprint erforderlich sind, halten sich im Rahmen. Es entfallen die Widerstände R2, R14 und R17 sowie der Transistor T3. R14 wird durch die in Bild 15 eingezeichnete Drahtbrücke ersetzt. Bei R2, der entfällt, ist eine kurze Drahtbrücke (Pfeil) erforderlich.
Eingriffe größeren Umfangs sind auf dem Anzeigeprint erforderlich.
Die Bestückung erweitert sich um vier Dioden, von denen drei unterhalb des ersten Displays montiert werden (auf der Lötseite geht es im Prinzip auch, jedoch ist diese Lösung nicht „elegant"). Damit die Dioden Platz haben, können die Displays in diesem Fall nicht mehr direkt in den Print eingelötet

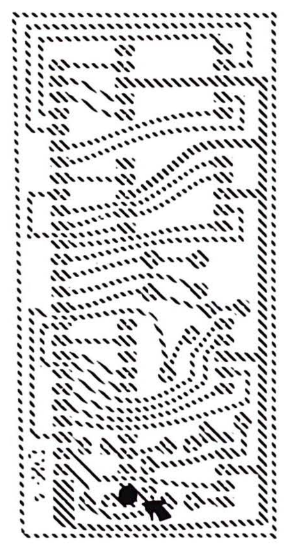


Bild 19. An der gekennzeichneten Stelle sind zwei Kupferinseln mit einander zu verbinden.

noch die Steuerung des Segments B bei allen drei Ziffern und des Segmentes C bei Null und Eins.
Bei Null und Eins aktiviert das IC seinen Ausgang 2, er kann unmittelbar zur Steuerung des Segmentes C benutzt werden. Das Segment B hingegen muß auch bei der Zwei leuchten. In Bild 17 wird dies erreicht, denn von beiden Ausgängen, 2 und 39, kann im aktivierten Zustand Strom durch Segment B fließen, durch die anderen aber nur, wenn entweder Ausgang 2 oder Ausgang 39 aktiviert ist. Die Diodenschaltung hat für das Segment B eine ODER-Funktion.
Die in Bild 17 dargestellten Dioden D1...D4 werden auf dem Anzeigeprint montiert, wie bereits besprochen.
Bild 18 zeigt den Bestückungsplan für die 24 Stunden-Uhr. Die beiden eingezeichneten Drahtbrücken dürfen nicht vergessen werden. Auf der Lötseite des Prints sind zwei Kupferinseln durch einen Tropfen Lötzirn miteinander zu verbinden (Bild 19).

werden, sondern müssen mittels der bereits beschriebenen Selbstbaufassungen montiert werden, denn auch die vorgeschlagene Fertigfassung bietet für die Dioden keinen Platz.
Auf dem Anzeigeprint entfällt die untere LED, die den Sekundentakt anzeigt.
Die Aufgabe des ersten Displays in der 24 Stunden-Version ist das Anzeigen der Null, der Eins und der Zwei. Die AM- und PM-Funktionen entfallen selbstverständlich. Anschluß 2 des ICs steuert die Segmente B und C gleichzeitig. Da aber bei der Zwei das Segment C nicht leuchten darf, taucht hier ein Problem auf, das eine umständliche Maßnahme erfordert: eine Steuerlogik (Bild 17).
Der Ausgang 39 steuert in der 24h-Uhr die Segmente A, D und E, die bei der Null und der Zwei leuchten müssen. Ausgang 1 steuert bei Null das Segment F. Ausgang 40 steuert bei der Zwei das Segment G. Es fehlt

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Für die Verbindung der beiden Prints gibt es (aber wo?) sehr schöne, passende Steckverbinder, die für rechtwinkliges Verbinden von Prints konstruiert sind. Es gibt drei Einheitslängen mit je 4, 6 oder 8 Kontakten. Auf einem der Fotos ist der Steckerteil dieses Systems gut zu sehen. Da diese Verbinder schwer erhältlich sind, wurde weiter vorn in diesem Beitrag die Verbindung mittels Drähten beschrieben.

Die Redaktion ist sich der Tatsache bewußt, daß es kaum jemandem möglich ist, alle Bauteile im „Laden um die Ecke" zu bekommen. Um aber alle Möglichkeiten des neuen ICs zu nutzen, mußte Neuland betreten werden. Wer sich die Mühe macht und die Bauteile schließlich doch auftreibt, kann die Genugtuung haben, über eine besondere, nicht alltägliche Uhr zu verfügen.

DER MESSE-TIP

Die Arbeitsgemeinschaft Solarenergie e. V., die u.a. von so bekannten Großfirmen wie AEG, Bosch, Hoechst, Philips und Siemens getragen wird, veranstaltet anläßlich der Deutschen Bauausstellung DEUBAU, vom 29. 1. bis 6. 2. 77 in Essen eine große Gemeinschaftsausstellung. Auf ihr werden zum ersten Mal in der Bundesrepublik in diesem Umfang einzelne Bauteile für Solaranlagen sowie komplette Systeme zu sehen sein.

AUCH 1977

Wir wollen nicht die billigsten sein, sondern die besten!



DENN: DIE LÄDEN, DIE DER WM-ELEKTRONIK ANGESCHLOSSEN SIND, SIND ELEKTRONIK-FACHGESCHÄFTE MIT SERVICE UND MIT BERATUNG. HIER SCHAUEN SIE VOR DEM KAUF IN DIE TUTE - NICHT NACH DEM KAUF IN DIE RÖHRE!

AUF FRAGWÜRDIGE „TIEFSTPREISE" AUF KOSTEN DER QUALITÄT VERZICHTEN WIR LIEBER. BEI WM-ELEKTRONIK STIMMT DAS VERHÄLTNIS QUALITÄT ZU PREIS. WIR SIND PREISWERT. DARAUF LEGEN WIR WERT.
DENN WIR WOLLEN GAR NICHT DIE BILLIGSTEN SEIN! SONDERN DIE PREISWERTESTEN. UND DAMIT DIE BESTEN.

CMOS-IC's

Wir liefern die folgenden CMOS-IC's von verschieden Herstellern:
4000-4001-4002-4006-4007-4008-4009-4010-4011-4012-4013-4014-4015-4016-4017-4018-4019-4020-4021-4022-4023-4024-4025-4026-4027-4028-4029-4030-4031-4032-4033-4034-4035-4040-4041-4042-4043-4044-4045-4046-4047-4048-4049-4050-4051-4052-4053-4054-4055-4066.
Andere auf Anfrage.

ENDLICH EIN CMOS-BUCH!

Endlich ein CMOS-Buch, das preiswert informiert. Dieses Buch bringt Daten und Logiktabellen der gängigsten CMOS-IC's. In einem "allgemeinen Teil" wird Wissenswertes über die CMOS-Technik vermittelt. Das Buch ist Band 1 in der neuen Reihe "schlaue Pockets".
Preis: . . . . bei WM nur DM 4,95

INFRAROT-SET

Infrarot-Leuchtdiode SU22 mit dazu passendem Fototransistor. Ideal zum Bau hochwertiger Lichtschranken!
Set nur DM 4,95 !!!!

COUNT DOWN

10 Antennen ROTOR,
Automatik Typ MRW 02
Spottpreis: . . . . DM 188,00

9 10-Kanal-Lauflicht,
fertig bestückte und geprüfte Platine
nur . . . . DM 125,00

8 Mikrofon-Lichtorgel,
kein Kabelanschluß notwendig, Lichtorgel arbeitet über eingebautes Mikrophon. Formschönes Gerät. Lampenanschluß über 3 Steckdosen auf der Rückseite. 3 x 100 W.
TYP: LO-U 500 . . . . nur DM 99,00

7 Das ist Qualität !
Drei-Kanal-Lichtorgel, 3 x 1400 W
Plastikgehäuse mit Metallic-Front
Schlagerpreis: . . . . DM 77,50

6 Stroboskop:
Fertiggerät in formschönen flachen Plastikgehäuse, farbig, Blitzfrequenz: ca 5-20 Hz.
Komplett-Preis: . . . . DM 48,00

5 Unser Party-Set.
3 Kanal-Lichtorgel 3 x 750 W
und drei farbige Lampen (je 40 W in rot, gelb und blau) nur: . . . . DM 46,50

4 Digitalthermometer
Fertiger, geprüfter Baustein zur Anzeige der Raumtemperatur (15-30°C) Anzeige erfolgt über 16 LED's nur . . . . DM 29,00

3 TTL-IC's SN 7450
10er Pack . . . . DM 5,50

2 Plastikknöpfe,
schwarz für 6 mm Achse
10er Pack . . . . DM 4,40

1 Kopfspiegellampe
E 27, 220 V, 100 W nur . . . . . DM 3,85

0 WM-ELEKTRONIK-KATALOG 76/77
ca. 160 Seiten Elektronik für nur
DM 4,80

5100 Aachen
Welltronic
Königstr. 1a

M. Zimmermann
Zeppelinstr. 84

8750 Aschaffenburg
HTV-Elektronik
Albrechtstr. 1

8900 Augsburg
City Elektronik
Bahnhofstr. 18

4800 Bielefeld 11
Electronic-Center-Schulz
Sennestadt Ring 13

4630 Bochum
City Elektronik Shop
Viktoriastr. 53

Elektronik W. Schmitt
Köningsallee 12

7030 Böblingen
K. D. Schulze
Stuttgarter Str. 58

4250 Bottrop
Elektronik Unglaub
Essener Str. 42

4620 Castrop-Rauxel
Reinhard Schuster
Ickener Str. 44

4100 Duisburg-Rheinhausen
Kirchner Elektronik
Günter Str. 34

8520 Erlangen
Feller Elektronik
Marquardsenstr. 21

7300 Esslingen
Electric Contact
Kasernenstr. 3

5350 Euskirchen
Elektronikbedarf
Kapellenstr. 5

4650 Gelsenkirchen
Heer Elektronik
Ebertstr. 1-3

4830 Gütersloh
Kaup Elektronik
Dalkestr. 7

2000 Hamburg 76
K. H. Luckfiel
Dehnhaide 58

3000 Hannover
Radio Lange
Reuterstr. 9

7100 Heilbronn
Hobby Electronic
Sontheimer Str. 109

Radio Krauss
Turmstr. 20

5138 Heinsberg
Hillemacher-Elektronik
Patersgasse 9

4900 Herford
Sprechfunktechnik
Höckerstr. 8

4152 Kempen 1
electronic-shop
viehmarkt 1

2300 Kiel
Elektronik Schmidt
Adelheidstr. 28

8710 Kitzingen
Somorowsky
Rosenstr. 3

5090 Leverkusen-Opladen
Duddeck Elektronik
Kölnerstr. 104

4950 Minden
Klaus Nellissen
Rodenbecker Str. 49

4050 Mönchengladbach 1
Weichelt-Electronic
Erzbergerstr. 121

4130 Moers
Nürnberg Elektronik
Uerdinger Str. 112

4330 Mülheim
Hoch Elektronik
Eppinghoferstr. 89

4400 Münster
Electronic Shop-Frenk
Hammer Str. 152

4040 Neuss 1
Kleinhofen-Elektronik
Hamptorpassage/
Niederstr. 39

8500 Nürnberg
Radio Taubmann
Vord. Sterngasse 11

4500 Osnabrück
Electronic Shop
Johannesstr. 79

6780 Pirmasens
Schuster Electronic
Spitalstr. 5

2370 Rendsburg
Elektronik Shop
Stargarder Str. 33

5650 Solingen
Radio City Electronic
Ufergarten 17

5500 Trier
C. Weistroffer
In der Olk 24

7900 Ulm
Hoffmann Electronic
Bockgasse 4

4060 Viersen-Dülken
Elektronik Fundgrube
Langestr. 18

DAS IST NEU!

"POP-LICHT" !!!

Überall da, wo die Schwarzlichtbirne versagt, weil sie zu wenig Leistung bringt, weil sie zuviel Strom verheizt. Da hilft "POP-LICHT"!
Gute Ausleuchtung der Objekte schon bei gedämftem Tageslicht.
POP-LICHT bringt einen "Quasi-Schwarzlicht-Effekt".

POP-LICHT 40W .... DM 9,00
POP-LICHT 75W .... DM 12,00

Schwarzlicht ist »in«

Schwarzlichtröhre

Länge: 590 mm
20 W - 220 V
WM-Preis nur DM 32,-

Schwarzlicht-Poster

Velour-Poster in Super-Leuchtfarben

mit Schwarzlicht bestrahlt wirken diese Poster 3-DIMENSIONAL
Größe: 545 mm x 810 mm
über 30 Typen lieferbar!

DAS WIRD DER PARTY-RENNER DER SAISON

WM-Preis DM 15,90

Schwarzlicht-Lampe

60Watt/220 Volt für Fassungen E27 ohne Vorschaltgerät zu betreiben nur DM 7,75!!

4-KANAL-LAUFLICHT

Fertiggerät (jedoch ohne Gehäuse) zum universellen Einbau geeignet.
Schaltvermögen pro Kanal: 1200 Watt.
Anschlußwert je nach Kühlung: 900 Watt Dauerlast je Kanal. Kurzschlußgesichert.
Blitzfolge regelbar: 0,5 - 20 Hz.
WM-PREIS DM 59,25

AKTUELLE HALBLEITER

BC 107	1 St.	0,55
BC 108	1 St.	0,55
BC 237 B	1 St.	0,35
BC 307 B	1 St.	0,45
UAA 170	1 St.	8,25
UAA 180	1 St.	8,30
1 N 4007	10 St.	2,95
741 dip	1 St.	1,45

6 aus 36:

BD 375	10 St.	15,00
BD 376	10 St.	15,00
BD 377	10 St.	15,50
BD 378	10 St.	16,00
BD 379	10 St.	17,50
BD 380	10 St.	18,50

WM-ELECTRONIC
Einkaufsring des Elektronik-Fachhandels

Postanschrift:
WM-ELECTRONIC
Postfach 1355
4050 Mönchengladbach 1



IHR SCHALTUNGSWUNSCH IM P.E.-PROGRAMM!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Elektronik-Hobbyisten.
Wie funktioniert das?
Sie können eine Postkarte einsenden. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken – das ist alles.

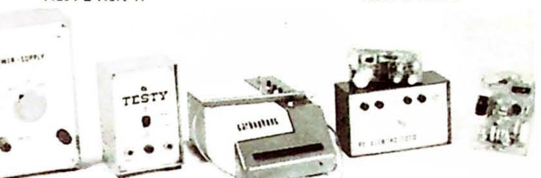
In P.E.'s Hitparade „TOP TEN" werden die 10 meistgenannten Schaltungen aufgeführt. Damit setzt sich die Redaktion selbst in Zugzwang und muß dafür sorgen, daß die Hits schnellstmöglich kommen!
Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5, 4, 3 Punkten usw. bewertet.
Der Stand der Hitparade nach 356 Einsendungen:

1.	Superspannungsquelle (3 Volt . . . 30 Volt, 1, 3 Ampere)	343
2.	Minimix (einfaches Mischpult)	333
3.	Codeschloß	275
4.	LED-VU-Meter	179
5.	TV-Tonkoppler	168
6.	Spannungslupe	148
7.	Lichtdimmer	129
8.	Black-Box-Verstärker (NF-Endverstärker mit IC)	126
9.	Einbruchalarm	122
10.	Leslie	122

Die Beiträge „50 Watt in Modultechnik" und „die totale Uhr" in dieser Ausgabe nahmen bisher in der Hitparade die Plätze 1 und 2 ein.

SECUTRONIC Udo Voit Ing. grad.
Elektronik-Versand: Postfach 694 5300 Bonn Bad Godesberg

Aus PE-Heft 1: Aus PE-Heft 2:



FBI-Sirene
samtliche Bauteile einschl. Lautsprecher 1W/ 8 Ohm sowie Befestigungsmaterial; ohne Gehause nur . . . . DM 13,90
PE Platine . . . . DM 4,35
Kompl. Bausatz . . . . DM 18,25

Elektro-Toto-Wurfel
samtliche Bauelemente einschl. IC-Fassungen; ohne Gehause nur . . . . DM 15,80
Teko P/2 Gehause . . . . DM 3,95
Frontplatte dazu bedruckt + gebohrt DM 11,90
PE Platine . . . . DM 6,60
kompletter Bausatz . . . . ~~DM 38,25~~
Einfuhrungspreis . . . . DM 36,90

PE-Transitest
Bauteilsatz mit IC-Fassung und 4,5V Batterie; ohne Gehause nur . . . . DM 12,80
Teko P/2 Gehause . . . . DM 3,95
bedruckter und gebohrte Frontplatte DM 11,90
PE-Platine . . . . DM 6,30
kompl. Bausatz . . . . ~~DM 35,40~~
Einfuhrungspreis . . . . DM 32,90

CARBOPHON
samtliche Bauteile einschl. Lautsprecher + Schieberegler; o. Gehause . . . . DM 24,90
PE-Platine . . . . DM 6,30
passendes Gehause . . . . DM 5,80

Spannungsquelle
alle Bauteile einschl. Trafo Stufenschalter + Kuhlkorper ohne Gehäuse . . . . . . DM 40,90
Teko P/3 Gehause . . . . DM 5,50
Frontplatte dazu (bedruckt + gebohrt) DM 15,90
PE-Platine . . . . DM 11,60
kompl. Bausatz . . . . ~~DM 79,90~~
Einfuhrungspreis . . . . DM 71,00

PE-TESTY
samtliche Bauelemente lt. Stuckliste in PE Heft 2 zusammen o. Gehäuse nur DM 2,95
Gehause Teko P/2 . . . . DM 3,95
dazu passende Frontplatte mit Druck und Bohrungen . . . . DM 11,90
kompl. Bausatz . . . . ~~DM 18,80~~
Einfuhrungspreis . . . . DM 17,90

Aus PE-Heft 3



50 Watt Verstarker
Bauteilsortiment incl. Netzteil lt. Stuckliste in P.E. 3 . . . . DM 109,00
P.E.-Platine PA-a . . . . DM 10,95
Gehause und Frontplatte in Vorbereitung



Die totale Uhr
Bauteilsortiment laut Stuckliste in P.E. 3 . . . . DM 87,50
P.E.-Platine DK-a/b . . . . DM 19,60
Gehause Teko Typ 333 . . . . DM 9,30
Frontplatte gebohrt und bedruckt DM 15,90
Kompletter Bausatz . . . . DM ~~132,60~~
Einfuhrungspreis . . . . DM 126,90



Die Kassette im Auto
Bauteilsortiment . . . . DM 3,90
P.E.-Platine KS-a . . . . DM 3,25
Gehause Teko P1 . . . . DM 2,75
Kompletter Bausatz . . . . DM 9,90



PE–PLATINEN–SERVICE
Mit der eingehefteten Karte können Sie bei uns alle bisher erschienenen PE-Printplatten auch einzeln bestellen. Die Auslieferung der Platinen erfolgt jeweils am Tag nach dem Bestelleingang!

Wir fuhren samtliche ELO-Platinen sowie alle neueren Elektor-Prints lagermäßig. Ausführliche Listen darüber gegen DM 1,– in Briefmarken oder auf Postscheckkonto Koln 519 46-504 mit Vermerk "Großes Platinenangebot"

P.E.-MIKRO-SERVICE
Mikro-Hauptplatine MI-a . . . . . . DM 8,50
Mikro-Trimmerplatine MI-b . . . . DM 4,95
Bauteilsortiment Mikro-1 (Blinker incl. Platine) . . . . DM 13,50
Bauteilsortiment 3 Trimmer, Widerst., incl. Platine MI-b . . . . DM 5,95
laufende Ergänzung

Alle Bestuckungssortimente, Bausätze und Platinen erhalten Sie jetzt auch im
electronic-hobby-shop
Kaiserstr. 20, 53 Bonn 1,
Tel.: 02221/639990

Leuchtdioden 5mm, 1.Wahl
LEDPACK 1 . . . . DM 13,25
je 10 LED rot, gelb, grün
LEDPACK 2 . . . . DM 35,80
je 30 LED rot, gelb, grün
LEDPACK 3 10 LED rot . . . . . . DM 4,45
LEDPACK 4 10 LED grün . . . . . DM 4,45
LEDPACK 5 10 LED gelb . . . . . . DM 4,45
LEDPACK 6 50 LED rot . . . . DM 21,00
LEDPACK 7 50 LED grün . . . . . . DM 21,00
LEDPACK 8 50 LED gelb . . . . . . DM 21,00

Bei allen Bausätzen verwenden wir ausschließlich die Qualitätsbauelemente aus unserem großen Programm führender Hersteller 1. Wahl
Aktueller Katalog incl. obengenannter Unterlagen über unser großes Platinen-Angebot erhalten Sie gegen Einsenden von DM 2,– in Briefmarken oder Einzahlung von DM 2,– auf unser Postscheckkonto Köln 519 46-504 mit dem Vermerk "Aktueller Katalog".
Versand erfolgt per Nachnahme. Vorkasse uber unser PSK ist möglich bei Berücksichtigung von DM 2,– für Porto und Verpackung. Gleiches bei Vorkasse per Verrechnungsscheck.



Inserenten-Verzeichnis

Anzeigenschluß für Heft 4:
25. Januar 1977

Top-Angebote

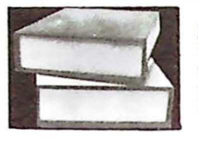
Preise für größere Stückzahlen auf Anfrage.

U. WYNEN

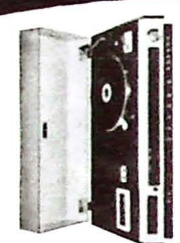
5144 Wegberg Dalheim-Rödgen
Waldweg 8

Ing.-Büro für Elektroakustik und Elektronik

Lieferung per Nachnahme.
Preise einschl. MwSt.
Mindestversandwert: DM 20,--



Metallgehäuse für Meßgeräte, Digitaluhren etc. Besonders formschön. Frontrahmen aus Kunststoff. Farben: beige, rot, blau, anthrazit. Standard: Krausellack (auf Wunsch gegen Aufpreis samtartige, elegante Oberfläche). Frontplatten Alu-mattiert. Tiefe bei größeren Stückzahlen nach Wunsch.
Größe I: H 56 x B 170 x T 205 **DM 29,50**
Größe II: H 79 x B 237 x T 260 **DM 35,50**



SPC 9000 SL

Stereo-Musik Steuerzentrale 4-in-1 System. Bestehend aus Plattenspieler mit 33 + 45 Upm und autom. Endabschaltung, TA Rückführung, S-förmiger Tonarm, Cassettenmaschine für FE + Cr, Frequenz 30-12.000 Hz Aussteuerungsautomatik, Gleichlauf 0,2% 4 Wellen Stereoreceiver mit Tuning Meter, FM, MW, LW, KW 16-50 m Band, AFC Taste, FM Empf. 2,5 uV 2 x 13 Watt RMS, Kopfhörer Klinkenbuchse, 2 Mikro Buchsen und Mikro-Mix Regler zum stufenlosen Einblenden von Mikrofondurchsagen bei jeder Betriebsart incl. Cassettenaufnahme, wobei das laufende Programm bis 0 ausgeblendet werden kann. Digital Uhr mit Schaltfunktionen, Schlummerautomatik (50 Min.) und Wecken mit Musik, Autom. Aufnahme start zur vorgewählten Zeit. Gehäuse NN mit Alufront, Oberseite Profi Schwarz.
Maße 677 x 365 x 112 mm
Gewicht 12,8 Kg
Incl. 2 Zweiweg Boxen 30 Watt, 30-20.000 Hz, Gehäuse NN mit stufenl. arret. Rauchglashaube.
Zum Kellerpreis von .... DM 897,50

Skyton E-5

UKW/MW Elektronic Digital-Radio-Uhr 24 Std. Wecker, elektronische Zeitanzeige mit stufenloser Helligkeitsregulierung, Wecken mit Alarmton oder Musik. Schlummerautomatik stufenlos bis zu 1 Std.
MW Ferritantenne, UKW Netzkabelantenne.
Gehäuse weiß, Black Out-Skala.
Abm. 90 x 275 x 138 (H x B x T) mm
Gew. 1,25 Kg
nur .... 119,50 DM

Magnetsysteme EMPIRE 1001 E
Elliptischer Abtastdiamant
20-22.000 Hz, Ausgangsspannung 5 mV, Kanaltrennung 25 dB, Auflagekraft 1,25 - 2,5 P, Intern. 1/2 Zoll Befestigung. **DM 39,50**

Philips GP 400 Super M
Konischer Abtastdiamant 15 u, Übertragungsfaktor 1,2 mVs/cm, 20-20.000 Hz., Kanaltrennung 24 dB, Auflagekraft 1,5 - 3 P. **DM 34,50**

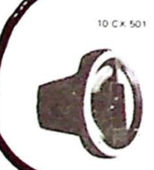


RV 5 HIFI Stereo Receiver
Ausgezeichneter Empfang und hervorragende Wiedergabequalität, Intern. Design mit Holzgehäuse und Alu-Front, 80 Watt, 15-30.000 Hz, TA-Magn., TB, Aux., Rumpel-/Rauschfilter, Muting, Loudness, Lautsprecherpaare 1 + 2, UKW, MW, LW, FM-Empfindl. 2 uF, Kopfhöreranschluß, Stereoanzeige, Feldstärke u. Null-Instrument Maße: 450x275x125mm
SUPERPREIS DM 398,50



Stereo Cassetten Tape Deck TC 920 HIFI
Äußerst kompaktes Gerät mit hervorragender Klangqualität, Für Fe und Cr Bänder, Gleichlauf ±0,25%, Dynamik 50 dB, Frequenzumfang min. 60-10.500 Hz, Schieberegler, 2 beleuchtete Instrumente, eisenloser Kopfhörerausgang, Stereo-Mono-Umschalter, Anschluß für 2 Mikrofone und DIN Buchse.
Maße 180x70x265mm ..... **nur DM 234,50**

Knüller



10 CX 501 — 25 cm 2-Weg Koaxiallautsprecher mit Exponential-Hornhochtöner, 25-25.000 Hz, Übergangsfrequenz 5 kHz, Empfindlichkeit 102 dB, 8 Ohm, 25 W Reflexeinbau, 50 W geschlossen, Bewegte Masse 24 g, Magnet Baß 165.000 Maxw., 11.500 Gauß, Horn 13.500 Gauß, Gewicht 4,9 kg

DM 149,—

AKAI AP-001
Professioneller Studioplattenspieler 300 mm Plattenteller, Riemenantrieb, Wow & Flutter 0,06 %, Rumpeln ≥ 50 dB, 220 mm S-Tonarm, Lift gedämpft in beiden Richtungen, Antiskating, laterales Ausgleichsgewicht, autom. Endabschaltung, Metallic-Zarge incl. stufenlos arret. Haube und Magnetsystem T 2001 mit Übertragungsbereich 15-25.000 Hz.
nur DM 295,—

happy

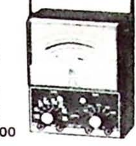
Hervorragende Trennung zwischen den 3 Kanälen, dadurch optimaler Effekt. Einfacher Anschluß, sehr formschön, komplettes, anschlußfertig montiertes Gerät für max. 3 x 600 Watt/Kanal. Qualität zum Sensationspreis

nur DM 27,90
3-Kanal-Lichtorgel

R.SCHUSTER-Electronic

4620 Castrop-Rauxel, Ickernerstraße 44, Tel.: 02305/75090

TVM 2000
FET-Voltmeter, sehr preisgünstig, gute technische Ausstattung, für die üblichen Meßbereiche und Gleichströme von 0,15µA bis 500mA Vollausschlag. **DM 178,00**



Z-Dioden 400 mW von 3-75 V DM 0,50
Z-Dioden 1 W von 3-75 V DM 0,80

Fingerkühlkörper
mit Lochung für TO-3-Gehäuse, 25 mm hoch. Maße: 45 x 45 mm. Bestell-Nr. KKL 21 **DM 1,80**



M-312, Miniatur-Drucktaster, 1 polig, Arbeitskontakt -0,5 A/ 250 V, Farben rot, grün, gelb. **DM 0,80**



PT-101
Vielfach-Meßinstrument in Taschenformat für Gleich- und Wechselspannungen, Gleichstrom und Widerstandsmessungen, mit „Aus"-Stellung. **DM 19,–**

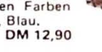


TR-200
Sicherheits-Transformator, Schutzklasse II nach VDE, Prüfsp. 4000 V, Eingangssp. 220 V, Ausgangssp. 2x 6 V/12 V, 1x 18 V/24 V, 0,2 A. **DM 12,90**



Widerstände 5% 1/3 W DM 0,10

Comptalux color, Reflektorlampe, Preßglaskolben, verspiegelt, W, Sockel E 27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau. **DM 12,90**



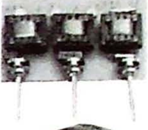
dazu:
AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Dekken- oder Wandmontage, E 27 . . **DM 12,90**



Entlötsauger für Einhandbedienung mit auswechselbarer Siliconspitze. Mit Zinnauffangkammer am unteren Ende für leichte Säuberung. Gehäuse Alurohr, Endstopfen verschraubt, sehr kräftige Saugleistung. Länge 240 mm, Ø 23mm. Modell Soldaclean . . . . **DM 26,50**

Trimmpotis liegend/stehend 100 Ohm-1 M Ohm offen/gekapselt DM 0,50
Monopoties 100 Ohm - 2,2 M Ohm lin u. log DM 1,50

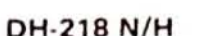
LO-660
Lichtorgel-Baustein für 3x 220 V/200 W, komplett mit Regler, Eingangsimp. 4-8Ω, 7 x 11 x 2,5 cm. **DM 29,–**



MD-406
Stereo-Kopfhörer mit getrennter Lautstärkeregelung, Spiralanschluß-Schnur, 18-22000 Hz. **DM 28,90**



HS-10
Hornlautsprecher in wetterfester Ausführung, 10 W/8 Ω, 15,5 cm Ø Horn, 16 cm Länge. **DM 29,–**



Led 5mm rot,gelb, grün DM 0,60
Led 3mm rot,gelb, grün DM 0,60

DH-218 N/H
Dynamisches Handmikrofon mit Sprechtaste (PTT), 300-5000Hz, 500Ω/ 50kΩ **DM 24,–**





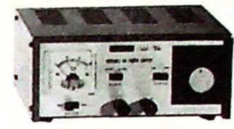
Drehspul-Einbauinstrumente
Klasse 2,5, in rechteckiger Form, Nullpunktkorrektur, für Beleuchtung mit 2x 6-V-Birnchen vorverdrahtet, in 3 Größen (60 x 45 mm, 86 x 64 mm, 110 x 82,5 mm), alle gängigen Werte lieferbar. **ab DM 13,90**



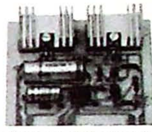
FSI-5
Stehwellenmeßgerät mit getrennten Instrumenten, 3-150 MHz, 52 Ω/2 kW. **DM 58,–**

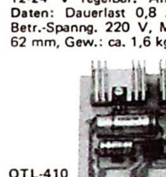
Dioden AA 112 DM 0,30
Dioden AA 117 DM 0,30
Dioden AA 119 DM 0,30

Spannungsregler
1,5 A, kurzschlußfest, thermischüberlastsicher keine weitere Beschaltung, erhältlich in 5, 6, 8, 12, 15, 18 und 24 V Festspannung. **DM 4,95**



Netzgerät PS-241 f. Reparatur- u. Experimentierzwecke. In 2 Stufen 0-12/ 12-24 V regelbar. Anzeigeinstrument. Daten: Dauerlast 0,8 A (stab. 10 %), Betr.-Spanng. 220 V, M.: 185 x 105 x 62 mm, Gew.: ca. 1,6 kg **DM 89,–**





OTL-410
Verstärker-Baustein, äußerst preisgünstig, universal verwendbar, 3 W/4 Ω, 40-50000 Hz, 12 V = /30-400 mA, 75 x 65 x 15 mm. . . . . **DM 16,90**

Dioden BAV 17 DM 0,20
Dioden 1 N 4001 DM 0,25

HTM-2:
Hochton-LS, 80 W/8 Ω, 7500-30000 Hz, 54 x 87,5 mm. **DM 17,90**



SP-10 W
Universal - Lautsprecher, preisgünstig, 70-10000 Hz, 10 W/8 Ω, 11 cm Ø. **DM 17,90**

Tantal Elkos 0,1 µf-47 µf DM 0,50

TTL

SN 7400	0,60		
SN 74 S 00	2,50	SN 7475	1,75
SN 7413	1,45	SN 7490	1,40
SN 7442	2,70	SN 74121	1,40
SN 7447	3,20	SN 74164	4,60
SN 7473	1,25	SN 74196	3,30

CMOS

CD 4000	0,95	CD 4017	5,30
CD 4001	0,95	CD 4027	2,50
CD 4011	0,95	CD 4042	3,50
CD 4016	2,00	CD 4046	6,85

Super-Triacs
10 Ampere, 400 Volt, Gehäuse TO 220
Preis: **1 St. DM 4,75**
10 St. DM 39,50

Aktuelle Halbleiter

BC107	1 St. DM 0,55
BC108	1 St. DM 0,57
BC237B	1 St. DM 0,35
BC307B	1 St. DM 0,45
BC177B	1 St. DM 0,75
NE555	1 St. DM 2,15
LM309K	1 St. DM 6,35
UAA 170	1 St. DM 7,95
UAA 180	1 St. DM 7,95
1N4148	50 St. DM 4,95
1N4007	10 St. DM 2,95
741 dip	1 St. DM 1,45
2N1613	1 St. DM 0,87